



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**ISADORA MELO FRAGA**

**CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE RISCOS GEOLÓGICOS NO**  
**BAIRRO PORTO D'ANTAS, ARACAJU- SE**

São Cristóvão – SE

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**ISADORA MELO FRAGA**

**CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE RISCOS GEOLÓGICOS NO**  
**BAIRRO PORTO D'ANTAS, ARACAJU- SE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao  
Departamento de Geologia da Universidade  
Federal de Sergipe para obtenção do título de  
Bacharel em Geologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Felipe Torres Figueiredo

**Co-orientador:** Lucas de Santana Menezes

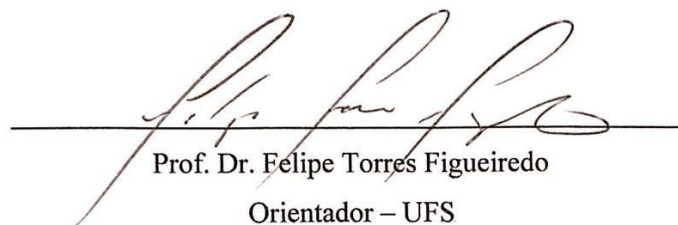
São Cristóvão – SE

2018

ISADORA MELO FRAGA

**CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE RISCOS GEOLÓGICOS NO  
BAIRRO PORTO DANTAS, ARACAJU- SE**

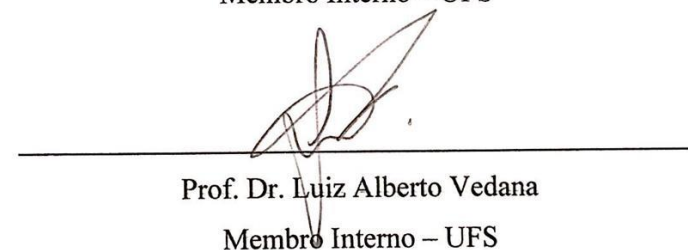
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Geologia, da Universidade Federal de Sergipe, submetido à Banca Examinadora:



Prof. Dr. Felipe Torres Figueiredo  
Orientador – UFS



Profa. Dra. Cristine Lenz  
Membro Interno – UFS



Prof. Dr. Luiz Alberto Vedana  
Membro Interno – UFS

São Cristóvão – SE

2018

## AGRADECIMENTOS

As pessoas que ansiaram pela minha existência e lutaram constantemente pelo meu bem-estar e futuro são aquelas que justamente merecem um carinho especial, que são os meus pais, Edivani e Anésio. Agradeço por almejarem o melhor para mim e por me proporcionarem todo tipo de suporte, tenham ciência que eu reconheço e sou muito grata pelas suas ações. Sinto um imenso amor por vocês, obrigada mainha e painho!

Certamente recebi vários presentes durante a graduação, e o mais presente na minha vida é o meu amorzinho, Thomaz. É como de costume que te digo: se não fosse por você, eu não teria conseguido enfrentar todas as pedras no meio do caminho. Te amo muito, obrigada por estar sempre ao meu lado em todas as horas, inclusive as de agonia, que é quando incansavelmente me apoia para que eu consiga seguir em frente. Vamos, juntos, nos formar direitinho!

Penso na minha família como parte dos responsáveis pela minha construção e como umas das fontes de suporte e amor que recebo. Agradeço aos meus vovôs, vovós, tios, tias, primos e primas. A Lorena irmã também, tivemos nossos bons momentos! Se incluí aqui quem explicitamente considero como família e a quem tenho muito carinho: Neide.

A TODOS os meus amigos agradeço pelos momentos de estudo, de distração e de conforto, amo vocês. Jamais os separarei entre os amigos da graduação, da vida e da família, pois, o sentimento é igual para todos. A marca de todos vocês, inclusive os quais não tenho tanto contato, está ancorada no meu coração. Sentir o carinho dos meus amigos foi e é muito importante para mim, este serve de armadura para as horas de aflição. Obrigada!

Gostaria de mostrar a minha gratidão para as pessoas que estão comigo nessa etapa final. Agradeço pelo suporte, ajuda e pelo tempo que meu orientador e co-orientador, Professor Felipe Torres e Lucas Santana, se dispuseram ao ouvir e sanar as minhas imensas dúvidas. Nessa etapa, escutar os conselhos de Mara me ajudaram a manter a calma! Assim como também ajudaram os conselhos da querida Professora Cris Lenz. A colaboração da Defesa Civil de Aracaju foi essencial em todo o processo, é uma imensa satisfação ter trabalhado com algo que poderá trazer benefícios a comunidade, obrigada!

Difícilmente caberão todos a quem quero efetivamente agradecer nesse espaço, portanto, aqueles que diretamente ou indiretamente me forneceram suporte, por favor, sintam-se tocados pelos meus sentimentos, os quais com certeza vocês já conhecem. ‘Nhooooon’.



## **RESUMO**

O bairro Porto D'Antas, localizado na região norte de Aracaju, é marcado por histórico de vulnerabilidade social, com moradias situadas em áreas susceptíveis a desastres naturais associados a escorregamentos e enxurradas. Esses processos desencadeiam riscos que geralmente são intensificados pelas intervenções antrópicas e potencializados durante chuvas intensas que, combinados com terrenos arenosos pouco estáveis de encosta íngremes, podem favorecer a ocorrência de danos materiais ou humanos. Em contraste com dados recentes do Atlas Brasileiro de desastres naturais, o número de atendimentos da Defesa Civil relacionados com ocorrências de escorregamentos é elevado neste bairro comparado a todo o município, especialmente nos meses de junho e agosto de cada ano. Os resultados obtidos a partir do mapeamento casa a casa de duas encostas, denominadas de pré-setor 1, permitiram a interpretação de 11 setores de risco, com 70 pessoas em risco alto e 80 pessoas em risco médio. No momento não há necessidade de remoções familiares ou de interdições de moradias. Apesar disto, recomenda-se como medida preventiva o monitoramento dos setores identificados com risco de escorregamento alto e médio para avaliação dentro do período de um ano para verificar a necessidade de modificação do grau de risco. Além disso sugere-se o mapeamento seguindo a mesma rotina metodológica para as demais encostas do bairro.

**PALAVRAS CHAVES:** Desastres Naturais. Risco Geológico. Escorregamento. Defesa Civil.

## **ABSTRACT**

The Porto D'Antas district, located in the northern region of Aracaju, is marked by a social vulnerability historical, with habitations located in areas susceptible to natural disasters associated with landslides and flash floods. These processes generate risks that are generally intensified by anthropogenic interventions and potentialized during intense rains, which, combined with unstable sandy lands of steep slopes, can cause material or human damage. Despite of the recent data from the Brazilian Atlas of natural disasters, the number of the Civil Defense visits related to landslides is high in this region compared to the entire city, especially in june and august of each year. The results obtained from the house-to-house mapping of two slopes, called pre-sector 1, allowed the interpretation of 11 risk sectors, with 70 people at high risk and 80 people at medium risk. Now, there is no need for family removals or houses interdictions. Despite this, it is recommended as a preventive measure the monitoring of the sectors identified with high and medium of landslide risk to the evaluation within the period of one year to verify the need to modify the degree of risk. In addition, the mapping is suggested following the same methodological routine for the other slopes of the district.

**KEYWORDS:** Natural Disasters. Geological Risk. Landslides. Civil Defense.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1. Geral .....	13
2.2. Específicos.....	13
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. Levantamento do concentrado de chuvas em Aracaju e no Bairro Porto D'Antas .....	14
3.2. Revisão de dados de atendimento da Defesa Civil.....	14
3.3. Pré-setorização.....	15
3.4. Trabalho de campo e definição do grau do risco.....	15
3.6. Setorização da área de risco.....	19
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
4.1. Risco e conceitos associados .....	20
4.2. Desastres no Brasil e em Sergipe .....	21
4.3. Riscos hidrológicos e geológicos .....	23
4.3.1. Inundações, enchentes e enxurradas .....	23
4.3.2. Escorregamentos, processos correlatos, e agentes condicionantes.....	24
4.4. Sistema Nacional de Proteção e da Defesa Civil (SINPEDEC). .....	27
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>29</b>
5.1. Localização do Bairro Porto D'Antas. ....	29
5.3. Clima .....	29
5.2. Geologia e geomorfologia .....	30
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
6.1. Análise de pluviosidade em Aracaju e no Bairro Porto D`Antas. ....	34
6.2. Frequência das tipologias de atendimento .....	36
6.3. Pré-setorização.....	40
6.4. Trabalho de campo e definição do grau do risco.....	42
6.5. Setorização em fotos aéreas e em imagem de satélite. ....	74
<b>7. DISCUSSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perfil de encosta com taludes de corte, de aterro e a delimitação do que seria o talude natural. Retirado de Carvalho <i>et al.</i> (2007). .....	16
Figura 2: Perfil didático que mostra a relação entre os limites da enchente e inundação. Retirado de Carvalho <i>et al.</i> (2007). .....	23
Figura 3: Localização do Bairro Porto D’Antas dentro da cidade de Aracaju. ....	29
Figura 4: Mapa geológico de Aracaju com destaque da área de estudo. ....	32
Figura 5: Modelo Hipsométrico do município de Aracaju. Cedido pela Defesa Civil de Aracaju. ....	33
Figura 6: Distribuição do acumulado de chuvas do município de Aracaju no período entre 1970 e 2000, em intervalos de dois em dois anos. Dados retirados de Araújo <i>et al.</i> (2010). ....	34
Figura 7: Distribuição de chuvas do bairro Porto D’Antas (Aracaju) no período de 2016 a 2017. ....	35
Figura 8: Distribuição mensal de 15 atendimentos com escorregamentos no bairro Porto D’Antas entre os anos de 2000 e 2016. ....	35
Figura 9: Tipologias de atendimento da Defesa Civil de Aracaju entre 2010 e 2016. Dados fornecidos pela COMDEC de Aracaju. ....	36
Figura 10: Frequência de atendimentos por bairro da cidade de Aracaju entre 2010 e 2016. ....	37
Figura 11: Mapa da distribuição geográfica dos bairros com maior frequência de atendimento entre 2010 e 2016. ....	38
Figura 12: Frequência de atendimentos por bairro da cidade de Aracaju entre 2010 e 2016, com destaque para os riscos de escorregamento. ....	39
Figura 13: Mapa de Porto D’Antas com rota do voo do <i>drone</i> , representado pela linha pontilhada azul. Mapa cedido pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Aracaju. ....	40
Figura 14: A: Cicatriz de escorregamento no talude de corte. B: Árvore inclinada na encosta atrás das moradias. B: Lixo e entulho dispostos sobre a encosta. ....	41

Figura 15: Pré-setores de risco de escorregamento do Bairro Porto Dantas. ....	41
Figura 16: Cicatriz de escorregamento no talude de aterro atrás dos imóveis. ....	43
Figura 17: Talude de corte com raízes expostas e árvore de grande porte inclinada que possui cerca de 90° de inclinação, 1,0 m de amplitude e dista 1,0 m do muro de alvenaria flexionado. ....	45
Figura 18: Encosta nos fundos do imóvel com árvores de médio a grande porte inclinadas e lixo e entulho dispostos sobre ela. ....	45
Figura 19: Muro de contenção de pedra parcialmente desmoronado com 2,0 m de altura em contato com a encosta nos fundos do imóvel N°24. Nota-se vegetação rasteira e cultivo de mamoeiro na berma do talude de corte.....	46
Figura 20: Cicatriz de escorregamento no talude de aterro nos fundos do imóvel N°44, e parte de alicerce antigo exposto no plano superior da encosta que dista cerca de 4,0 m da moradia. ....	46
Figura 21: Muro do imóvel N° 52 em contato com talude de corte em solo argiloso, o qual tem inclinação de cerca 60°. ....	49
Figura 22: Talude de corte em solo residual arenoso subvertical atrás do imóvel N°28. ....	49
Figura 23: Taludes de aterro e barragem de madeira e entulho no final da Travessa São José. ....	50
Figura 24: Exposição superficial de esgotamento sanitário na Travessa São José. ....	50
Figura 25: Cultivo de bananeira e muro de contenção misto parcialmente desmoronado atrás no imóvel N°46. ....	51
Figura 26: Talude de corte com inclinações entre 80° e 90° e cicatrizes de escorregamentos devido à intervenção antrópica situado acima do quarto do imóvel N° 28 (Setor 4). ....	51
Figura 27: Talude de corte com inclinações entre 80° e 90° e amplitude de cerca 15 m. ....	53
Figura 28: Encosta com cerca de 80° de inclinação atrás do imóvel de N ° 70. ....	54
Figura 29: Talude de corte atrás do imóvel N°70 com raízes expostas associadas a cicatriz de escorregamento de grande dimensão. ....	54

Figura 30: Talude de corte atrás do imóvel N° 80 com bananeiras e entulhos de construção na base (setas vermelhas). Presença de árvores inclinadas associadas a cicatriz de escorregamento na meia encosta (setas vermelhas). Muro de contenção misto de pedra e alvenaria, este último um pouco flexionado à esquerda da foto. ....	55
Figura 31: Talude de corte em solo residual com 80° de inclinação e árvores inclinadas, o qual dista de 1,0 a 2,0 m do muro dos imóveis N°102 e N°108. Sobre a base do talude há lixos lançados. ....	57
Figura 32: Lançamento de água servida na encosta atrás do imóvel N°108. ....	57
Figura 33: Muro de contenção de pedra do imóvel N120°. ....	58
Figura 34: Quarto do imóvel N°102 em risco. Nota-se árvores inclinadas no sentido do quarto. ....	58
Figura 35: Talude de corte subvertical em solo residual com 4,0 de amplitude que dista em média de 8,0 m dos imóveis. Árvore de grande porte inclinada com raízes expostas sobre o talude. (setas vermelhas).....	60
Figura 36: Barragem construída com entulhos.....	60
Figura 37: Frente da drenagem que escoar para a Rua José Viera Neto.....	62
Figura 38: Muro flexionado do imóvel N°02 sendo pressionado por talude de aterro com 20° de inclinação. Entulhos dispostos sobre a base do aterro.....	62
Figura 39: A: Muro do imóvel N°02A flexionado, o qual está sendo pressionado pela encosta e por entulhos. B:Árvore de médio porte inclinada sobre o topo do talude. ....	63
Figura 40: Talude de corte de cerca 60° de inclinação com grande cicatriz de escorregamento atrás das moradias.....	65
Figura 41: Árvores de médio porte inclinadas sobre talude de aterro com inclinação entre 80° e 90° nos atrás do imóvel N° 23.....	65
Figura 42: Encosta com cerca de 45° de inclinação em contato com muro do imóvel N°03. ..	66
Figura 43:Lixo e entulho de grandes dimensões sobre o corte de aterro na lateral do imóvel N°06. ....	69

Figura 44: Barragem construída com lixo e entulho. ....	69
Figura 45: Talude de aterro atrás do imóvel N°65 com mais de 60° de inclinação pelo qual escoam muita água durante chuvas intensas.....	70
Figura 46: Árvore de grande porte (cajueiro) inclinada e com raízes expostas com risco de queda na encosta atrás do imóvel N°55.....	70
Figura 47: Lateral do imóvel N°06 sem muro de contenção onde há árvore de grande porte (cajueiro) inclinada. ....	71
Figura 48: Muro de contenção de alvenaria flexionado e úmido atrás do imóvel N°55. O talude de aterro está escorregado e pressionando o muro. ....	71
Figura 49: A: Delimitação da área do pré-setor 1. B: Setores de risco de escorregamento individualizados.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Roteiro metodológico para descrição de setores de risco em campo. Adaptado de Carvalho <i>et al.</i> (2007).....	17
Tabela 2. Descrição referente a cada grau de probabilidade de risco. Retirado de Carvalho <i>et al.</i> (2007).....	18
Tabela 3: Apanhado dos termos mais usados no estudo de áreas de risco definidos no Glossário da Defesa Civil. Modificado de Castro (1998).....	20
Tabela 4: Classificação dos movimentos de massa (Augusto Filho 1992). ....	24
Tabela 5: Resumo dos dados de cada setor. ....	73



## 1. INTRODUÇÃO

A ampliação da ocorrência de desastres naturais tem como causa a má distribuição do espaço urbano em países em desenvolvimento, a qual induz a população de baixa renda a firmar suas moradias em áreas mais afastadas do centro urbano e menos valorizadas. Dessa forma, a concentração de moradias com infraestrutura precária em áreas com propriedades físicas inapropriadas para ocupação, como em margens de rios e ao longo de encostas, torna comum o acontecimento de desastres ligados a escorregamentos e inundações (Tominaga, 2012).

Essas áreas sofrem intervenções antrópicas que contribuem para a diminuição da estabilidade do terreno, para o aumento da velocidade do escoamento superficial, e, conseqüentemente, para a ocorrência de processos de escorregamentos e inundações.

Os desastres naturais mais recorrentes no Brasil acontecem geralmente através de processos ligados a fenômenos pluviométricos intensos e prolongados (Carvalho, 2006).

A urbanização da cidade de Aracaju foi consequência de políticas públicas como a mudança da sede da Região de Produção de Maceió para Aracaju. Estas aumentaram a oferta de emprego, tornando o estado um local atrativo para migração de pessoas, gerando grande especulação imobiliária e valorização do espaço urbano. Desse modo, a população de baixa renda avançou para a periferia, nos limites municipais (França, 1999).

A zona norte de Aracaju, na porção banhada pelo rio do Sal e nas encostas do Morro do Urubu, onde está o bairro Porto D'Antas, é um desses limites municipais os quais a população com baixo poder aquisitivo foi induzida a construir suas casas (Brazil, 2010). Atualmente, esse bairro tem áreas sujeitas a desastres geológicos e hidrológicos, e seus habitantes estão passíveis a sofrerem danos físicos, perdas materiais e patrimoniais.

Visto isso, é evidente a necessidade da prevenção desses desastres com a implantação de medidas para evitar ou reduzir os riscos. Uma forma efetiva de realizar essa prevenção é através da metodologia utilizada nesse trabalho, de forma a contribuir na implantação de medidas preventivas e/ou corretivas por parte da Defesa Civil.

## **2. OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho de conclusão de curso (TCC) foram divididos em geral e específicos.

### **2.1. Geral**

Caracterizar e delimitar os possíveis riscos geológicos relacionados a ocupação do bairro Porto D'Antas na cidade de Aracaju/SE, como forma de contribuir para a implantação de medidas preventivas e/ou corretivas da Defesa Civil.

### **2.2. Específicos**

Para atingir o objetivo geral foram realizadas as seguintes atividades:

- Revisão das tipologias de atendimento da Defesa Civil entre os anos de 2010 e 2016 para cada bairro da cidade de Aracaju e especificamente para o bairro Porto D'Antas;
- Comparação direta entre os dados contidos nas fotos aéreas de baixa altitude com o caminhamento no local;
- Determinação dos principais condicionantes do risco;
- Elaboração de quantitativo de unidades habitacionais e pessoas em risco;
- Setorização da área estudada em áreas com mesmo tipo e grau de risco;
- Delimitação dos setores de risco nas fotos aéreas.

### 3. MÉTODOS

Neste trabalho foram seguidas as seguintes etapas de trabalho: levantamento do concentrado de chuvas, revisão de dados de atendimento da Defesa Civil, pré-setorização, trabalho de campo, definição do grau de risco e setorização das áreas de risco.

#### 3.1. Levantamento do concentrado de chuvas em Aracaju e no Bairro Porto D’Antas

O levantamento do concentrado de chuvas em Aracaju envolveu a análise dos registros de precipitações pluviométricas mensais, de dois em dois anos no período de 1970 a 2000, disponíveis em Araújo *et al.* (2010),

Para o bairro Porto D’Antas, foi feito o levantamento do acumulado mensal de chuvas com os dados de três pluviômetros automáticos do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) localizados no Bairro Porto D’Antas. De modo que foram analisadas as médias de chuvas mensais do Bairro Porto D’Antas do intervalo de 2016 a 2017.

#### 3.2. Revisão de dados de atendimento da Defesa Civil

A revisão dos dados de atendimento da Defesa Civil consistiu na leitura de relatórios técnicos de vistoria, realizados pela prefeitura de Aracaju no período de 2010 a 2016, que foram cedidos pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do município (COMDEC). Durante a leitura cada característica, como mês, ano, bairro da vistoria, motivo da solicitação, aspectos de campo e a tipologia do risco eram anotados e organizados em uma tabela *excel* com a finalidade de entender a distribuição de cada tipologia em área.

As tipologias de risco foram interpretadas em classes. Patologias na construção, como por exemplo trincas, fissuras, rachaduras, deslocamento de piso e parede foram interpretadas como “risco construtivo”. Com os dados tabelados, foi possível entender a distribuição da frequência de cada tipologia de atendimento em função do bairro. Isto permitiu visualizar aqueles que historicamente haviam tido maior número de escorregamentos de solo e problemas de natureza hidrológica. Então, definiu-se o bairro que serviria como estudo de caso para realização do mapeamento de risco geológico casa a casa.

### 3.3. Pré-setorização

A pré-setorização de risco geológico foi feita através da análise de fotos aéreas oblíquas de baixa altitude. No bairro de interesse, foi realizado imageamento aéreo gravado em 4k com o auxílio de equipamento VANT (Veículo Aéreo Não-Tripulado), operado por técnico da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) de Aracaju.

A partir de cada gravação, foi possível a captura de imagens sobre o espaço aéreo do bairro Porto D'Antas, de acordo com uma rota de voo pré-definida em mapa.

A análise de cada foto aérea incluiu a identificação de condicionantes e de sinais de escorregamentos, tais como: cicatriz de escorregamentos, inclinação de árvores, lixos e entulhos lançados, além de aspectos como inclinação da encosta e distribuição de moradias ao longo dela. Esses dados foram geoprocessados utilizando as imagens de satélite do *software Google Earth Pro*.

### 3.4. Trabalho de campo e definição do grau do risco.

O trabalho de campo envolveu a visita ao pré-setor 1 para confirmação dos dados evidenciados nas fotos aéreas, e teve como principal referência a metodologia adotada pelo Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Carvalho *et al.*, 2007).

Sendo assim, foi seguido o roteiro de campo apresentado na Tabela 1. Este inclui cinco passos, sendo eventualmente necessário entrevistar os moradores para preenchê-lo.

O primeiro passo compreende a anotação de dados de cada moradia e dos moradores, como: endereço; nome do proprietário; quantidade de residentes e tipo de moradia (alvenaria, madeira ou misto). Nos casos inviáveis de se realizar uma entrevista, foi atribuída a estimativa de 4 pessoas por residência. Ressalta-se que, os imóveis com sinais de abandono não entraram na estimativa de pessoas e do risco.

O segundo passo envolve a caracterização do local onde estão instaladas as moradias, seguida da anotação do: tipo de talude; grau de inclinação, altura da encosta, composição litológica e / ou pedológica da encosta; distância entre as moradias e o talude, e disposição de lixo ou entulho na encosta. De acordo com Carvalho *et al.* (2007), a encosta pode ser de talude natural (superfícies não horizontais gerada por agentes naturais); de cortes escavados pelo ser

humano ou de aterros formados por materiais remobilizados como rochas, solos e rejeitos industriais (Figura 1).

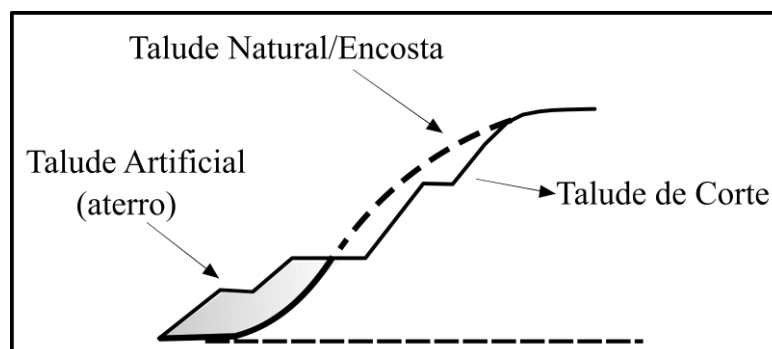


Figura 1: Perfil de encosta com taludes de corte, de aterro e a delimitação do que seria o talude natural. Retirado de Carvalho *et al.* (2007).

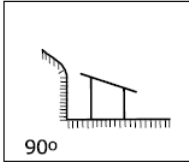
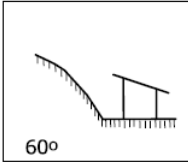
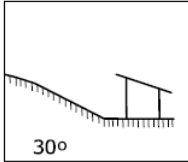
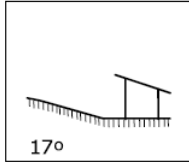
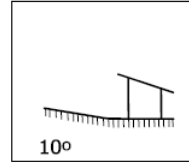
O terceiro passo envolve a documentação da maneira com que a água percola sobre a área, ou seja, se há condução da água de chuva e da água servida por uma rede canalizada, não canalizada, precária ou inexistente. Esta análise qualitativa permite o auxílio na determinação do grau de risco.

A vegetação do talude é descrita no passo quatro. Normalmente, a presença da vegetação ajuda na estabilidade da encosta (Gusmão Filho *et al.*, 1997), mas, pode prejudicar caso haja áreas de cultivo inadequado. Por exemplo, nota-se que nas encostas preferencialmente são plantadas bananeiras pela população, as quais favorecem a infiltração da água e consequente erosão rasa do talude (Carvalho *et al.*, 2007).

No quinto passo são evidenciadas as feições de instabilidade, as quais podem mostrar se já houve movimentação do material da encosta. Quando movimentado, este material acaba interagindo e afetando a estrutura das casas, dos taludes e das vegetações. As consequências disto podem ser trincas, árvores inclinadas ou com raízes expostas, ou muros flexionados (“embarrigados”), por exemplo. A presença de superfícies de ruptura no talude desprovidas de vegetação pode indicar escorregamentos anteriores e são chamadas de cicatrizes de escorregamento. Estas demonstram a suscetibilidade da área a movimentos gravitacionais e podem ajudar a prever a possibilidade de ocorrer novos escorregamentos em taludes próximos sob as mesmas condições (Carvalho *et al.*, 2007).

A análise de todos esses passos em conjunto viabilizou a definição do grau do risco ao qual cada casa está sujeita.

Tabela 1: Roteiro metodológico para descrição de setores de risco em campo. Adaptado de Carvalho *et al.* (2007)

ROTEIRO	
<b>1º Passo – Dados gerais sobre a moradia</b>	
Endereço:	
Nome do proprietário:	
Quantidade de residentes:	
Tipo de moradia: <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto (alvenaria e madeira)	
<b>2º Passo – Caracterização do local</b>	
<input type="checkbox"/> Talude natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro Altura _____ m Inclinação:	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> 90º</div> <div style="text-align: center;"> 60º</div> <div style="text-align: center;"> 30º</div> <div style="text-align: center;"> 17º</div> <div style="text-align: center;"> 10º</div> </div>	
<input type="checkbox"/> Presença de lixo/entulho	
<b>3º Passo – Água</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Concentração</b> de água de chuva em superfície (enxurrada)	<input type="checkbox"/> <b>Lançamento</b> de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)
<b>Sistema de drenagem superficial</b> <input type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório	
<b>Para onde vai o esgoto?</b> <input type="checkbox"/> fossa <input type="checkbox"/> canalizado <input type="checkbox"/> lançamento em superfície (céu aberto)	
<b>Existe vazamento na tubulação?</b> <input type="checkbox"/> <b>SIM</b> ( <input type="checkbox"/> esgoto <input type="checkbox"/> água) <input type="checkbox"/> <b>NÃO</b>	
<b>Minas d'água no barranco (talude)</b> <input type="checkbox"/> no pé <input type="checkbox"/> no meio <input type="checkbox"/> topo do talude ou aterro	
<b>4º Passo – Vegetação no talude ou proximidades</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Presença de árvores</b>	<input type="checkbox"/> <b>Vegetação rasteira</b> (arbustos, capim, etc)
<input type="checkbox"/> <b>Área desmatada</b>	<input type="checkbox"/> <b>Área de cultivo de</b> _____
<b>5º Passo – Feições de instabilidade</b>	
<b>Trincas</b> <input type="checkbox"/> no terreno <input type="checkbox"/> na moradia	<input type="checkbox"/> <b>Degraus</b> de abatimento
<b>Inclinação</b> <input type="checkbox"/> árvores <input type="checkbox"/> postes <input type="checkbox"/> muros	<input type="checkbox"/> Muros/paredes <b>“embarrigados”</b>
<input type="checkbox"/> <b>Cicatriz de escorregamento próxima à moradia</b>	

A definição do grau de risco de uma determinada área compreendeu a análise das características descritas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Descrição referente a cada grau de probabilidade de risco. Retirado de Carvalho *et al.* (2007).

Grau de probabilidade	Descrição
R1 (Baixo ou sem risco)	<p>-Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno...) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos.</p> <p>-Não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas.</p> <p>-Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos adversos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
R2 (Médio)	<p>-Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno...) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos.</p> <p>-Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade, porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>-Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos adversos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
R3 (Alto)	<p>-Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno...) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos.</p> <p>-Observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade, porém incipiente(s). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>-Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos adversos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
R4 (Muito Alto)	<p>-Os condicionantes geológicos-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno...) e o nível de intervenção no setor são de muita alta potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos.</p> <p>-Os sinais/feições/evidências de instabilidade são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>-Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos adversos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

### 3.6. Setorização da área de risco.

A setorização da área de estudo envolveu o agrupamento dos imóveis sujeitos aos mesmos tipo e grau de risco, posteriormente delimitados sobre as fotos aéreas com auxílio do *software* livre *Inkscape 0.92.3*.

Em seguida, foram elaborados mapa da distribuição dos setores de risco sobre imagem de satélite, empregando a versão gratuita do *software Google Earth Pro*.



## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item são discutidos os conceitos relacionados ao risco geológico e desastres naturais no Brasil e em Sergipe. Além disso, discorrerá brevemente sobre Defesa Civil.

### 4.1. Risco e conceitos associados

Risco é a relação entre a probabilidade de ocorrer um evento adverso em um ambiente específico (suscetibilidade) com o grau de vulnerabilidade de um corpo inserido neste, o qual é definido em função de como as características deste podem reagir ao evento ou dos danos humanos e materiais que este resulta nesse corpo (Castro, 1998).

A suscetibilidade depende das características físicas do ambiente natural (Wiggers, 2013). Por meio do seu grau, é possível interpretar se uma mesma área pode ser mais susceptível a um evento adverso do que a outro.

Para uma melhor compreensão do estudo de risco, é necessário definir os conceitos de outros termos que se associam a ele (Tabela 3).

Tabela 3: Apanhado dos termos mais usados no estudo de áreas de risco definidos no Glossário da Defesa Civil. Modificado de Castro (1998).

Evento	Situação externa ou interna a um sistema receptor que causa o distúrbio deste e que envolve fenômeno da natureza, ato humano ou performance de equipamento.
Evento adverso	Episódio desfavorável, prejudicial, impróprio. O qual ocasiona prejuízo e infortúnio. Fenômeno que causa um desastre.
Acidente	Evento ou sequência de eventos casuais e imprevisíveis que originam consequências características e indesejadas referentes a danos humanos, materiais ou ambientais.
Desastre	Consequência de eventos adversos, naturais ou causados pelo homem, em um ecossistema (vulnerável). Consequências como danos humanos, materiais, ambientais, econômicos e sociais.
Perigo	Condição potencial ou real que é capaz de acarretar morte, ferimento ou danos patrimoniais. A tendência é que esse termo seja substituído por ameaça.
Área de risco	Área habitada onde há a possibilidade de ocorrer eventos adversos.

Segundo Kobiyama *et al.* (2006), um local de comum ocorrência de um evento adverso (susceptibilidade) contempla uma condição de perigo. Sendo assim, neste há uma comunidade instalada de uma maneira que o evento possa causar danos nela (vulnerabilidade), o que torna o local uma área de risco. Se o evento adverso ocorrer, sua consequência é dada como desastre. Caso o evento for na verdade um fenômeno da natureza intenso e o desastre não possa ser reparado somente pela comunidade, este é dado como natural (Tobin e Montz, 1997 *apud* Marcelino, 2008).

Caso o evento adverso for desencadeado devido a processos geológicos, o risco é caracterizado como geológico. O que implica que o uso de conhecimentos geológicos para antecipar, prevenir e corrigir os danos desse evento é fundamental (Ayla & Peña, 1989 *apud* Macedo, 2001).

#### 4.2. Desastres no Brasil e em Sergipe

Segundo Kobiyama *et al.* (2006), desastres naturais tem origens referentes a eventos naturais da dinâmica interna e externa da Terra, e, ainda assim, podem ser intensificados pela ação humana (Tominaga, 2012). Abalos sísmicos, vulcanismos e tsunamis são exemplos daqueles associados a dinâmica interna. Aquelos relativos à dinâmica externa ocorrem através de eventos atmosféricos e relacionados com o clima como tempestades, vendavais, escorregamentos, inundações, enchentes, enxurradas, secas e estiagens (Kobiyama, *et al.*, 2006).

De acordo com Carvalho *et al.* (2007), no Brasil, os desastres naturais geralmente acontecem em associação com fenômenos pluviométricos intensos e longos, os quais se repetem a cada ciclo de chuvas concentradas e geralmente são intensificados pelo intenso intemperismo consequente do clima tropical quente e úmido (Tominaga, 2012).

Cerri (2001) afirma que, nas áreas urbanas do Brasil, as situações de risco geológico geralmente se dão através de processos como escorregamentos e correlatos; erosão e assoreamento; subsidências e colapsos de solo em áreas cársticas; expansividade dos solos e colapsividade dos solos.

No período entre 1900 e 2006, foram registradas 8.183 vítimas fatais devido à desastres naturais no Brasil (Marcelino, 2008). De acordo com Marcelino (2008), as inundações foram contabilizadas como processo mais frequente, totalizando 59% das ocorrências, e os

escorregamentos destacaram-se como o segundo processo em número total de ocorrências (14%), o qual corresponde ao tipo de risco geológico de maior gravidade no país (Cerri, 1993).

Desde o ano de 1950, em escala mundial e nacional, está havendo uma expansão significativa na frequência dos desastres naturais (Marcelino *et al.*, 2006). Através do processo de industrialização, começou a ocorrer um intenso crescimento da população acompanhado de pouco planejamento urbano, acarretando na má distribuição do espaço. Isto vem induzindo a população de baixa renda a habitar regiões mais afastadas e menos valorizadas, que por sua vez coincidem com as regiões mais susceptíveis, e neste cenário, vulneráveis a desastres/acidentes, como em margens de rios e ao longo de encostas (Tominaga, 2012).

Em Sergipe, no período de 1991 a 2012, as estiagens e as secas representaram 81,2% dos desastres, as enxurradas 10,1 % e as inundações 4,9%, em um total de 425 registros. (Sanchez *et al.*, 2013). Portanto, no estado, os principais processos incidentes de desastres são referentes as estiagens e secas e as enxurradas.

A partir da década de 60, a urbanização em Aracaju começou a se desenvolver através de políticas públicas que acompanhavam a industrialização nacional, trazendo como consequência a geração de empregos e assim um intenso fluxo migratório de pessoas do campo para a capital. O crescimento solidificou-se em 1970, quando a sede da Região de Produção do Nordeste foi transferida de Maceió para Aracaju (Feitosa, 2006). Além disto, as gestões municipais receberam do Estado grandes áreas para construção de conjuntos habitacionais. Isto valorizou o espaço entre essas novas áreas e o centro urbano na capital (França, 1999). Consequentemente, os migrantes com poucas condições financeiras foram forçados a firmar suas moradias nas áreas periféricas da capital nos limites com os municípios vizinhos.

De acordo com Araújo (2003), a maioria das áreas com altas declividades em Aracaju se enquadram nesses limites e equivalem a zona norte e noroeste (os limites com o município de São Cristóvão). A parte norte possui o relevo mais arredondado e elevado da cidade, onde está o ponto mais elevado, o Morro do Urubu no Bairro Porto D'Antas, com cerca de 100 metros de altura (Araújo, 2003). Na encosta deste morro, estão situadas comunidades com residências inapropriadas, resultado de uma ocupação sem planejamento.

### 4.3. Riscos hidrológicos e geológicos

Os principais riscos hidrológicos são inundações, enchentes e enxurradas.

Dentre os riscos geológicos cabe destaque nesta revisão os escorregamentos, pois são os mais importantes dentro do bairro de estudo.

#### 4.3.1. Inundações, enchentes e enxurradas

Carvalho *et al.* (2007) conceitua a elevação do nível de uma drenagem através do aumento da vazão pelas águas da chuva como enchente. No período de enchente, essa vazão pode aumentar ainda mais, causando o extravasamento das águas do canal para áreas comumente não alcançadas por elas, as planícies de inundação. Esse extravasamento é denominado inundação. Portanto, há uma proximidade entre as inundações e enchentes (Figura 2).



Figura 2: Perfil didático que mostra a relação entre os limites da enchente e inundação. Retirado de Carvalho *et al.* (2007).

Estes dois são fenômenos naturais hidrológicos que decorrem periodicamente nos cursos de água e são geralmente deflagrados durante chuvas intensas (Carvalho *et al.*, 2007). Então, segundo Souza (1998), esses ocorrem diretamente em função da frequência, da taxa e distribuição da precipitação e da taxa de infiltração da água no solo, a qual depende das características geomorfológicas e geológicas do local.

No meio urbano, os agravantes antrópicos que favorecem a erosão ou o escoamento, intensificando assim esses processos, se dão em função da falta de planejamento do uso e ocupação do solo. Estes são basicamente o desmatamento da mata ciliar, impermeabilização do

solo próximo a drenagens, assoreamento, alterações nos cursos destas e a ocupação desordenada próxima as suas margens (Amaral & Ribeiro, 2012). Isto torna essas moradias vulneráveis ao impacto direto de água, o que caracteriza um risco devido à inundação ou enchente.

A administração desordenada do sistema de drenagem superficial urbana também torna comum o risco de enxurrada por impacto direto de água. Esta é a concentração e escoamento superficial das águas meteóricas com elevada energia cinética, decorrentes da instalação de vias e de residências em áreas de alta declividade e/ou ao longo do caminho de antigos cursos de drenagens (Carvalho *et al.*, 2007). Diferentemente dos dois processos explicados acima, as enxurradas podem ou não estar ligadas aos sistemas de águas fluviais.

#### 4.3.2. Escorregamentos, processos correlatos, e agentes condicionantes

Movimentos de massa se caracterizam como movimentos de solo, rocha ou vegetação sob a influência da gravidade em vertentes (Tominaga, 2012). Estes são eventos naturais que fazem parte da evolução geomorfológica de áreas serranas, e são divididos de acordo com Augusto Filho (1992) segundo quatro processos com diferentes velocidades de movimento, geometria da superfície de ruptura e tipo e volume de material deslocado.

Estes quatro processos são: rastejo, escorregamentos, quedas e corridas (Tabela 4). Segundo Tominaga (2012), dentre os movimentos de massa, os mais recorrentes no Brasil são os escorregamentos, usualmente chamados de deslizamentos.

Tabela 4: Classificação dos movimentos de massa (Augusto Filho 1992).

Processos	Características do movimento/Geometria/Material
Rastejo	vários planos de deslocamento (internos)
	velocidades muito baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade
	movimentos constantes, sazonais ou intermitentes
	solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
	geometria indefinida
Escorregamentos	poucos planos de deslocamento (externos)
	velocidades médias (m/h) a altas (m/s)
	pequenos a grandes volumes de material
	geometria e materiais variáveis:
	-Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; -Circulares: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; -Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas	sem planos de deslocamento

Corridas	movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado
	velocidades muito altas (vários m/s)
	material rochoso
	pequenos e médios volumes
	geometria variável: lascas, placas, blocos
	rolamento de matacão, tombamento
	muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)
	movimento semelhante ao de um líquido viscoso
	desenvolvimento ao longo das drenagens
	velocidades médias a altas
	mobilização de solo, rocha, detritos e água
	grandes volumes de material
	extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Os escorregamentos possuem velocidades médias a altas na ordem de m/h a m/s, respectivamente, e, poucos planos de deslocamentos externos (Augusto Filho, 1992). De acordo com Carvalho *et al.*, 2007), este processo têm uma superfície de ruptura com limites bem definidos; e; podem ter saprólitos, solos ou rochas como materiais movimentados em pequenos a grandes volumes de fácil identificação.

Características específicas referentes as condições geológicas, morfológicas, hidrológicas e ambientais onde ocorre o processo condicionam o escorregamento (Guidici & Niebli, 1983). São exemplos a composição e estrutura da rocha, tipo de solo, seu estado de alteração, inclinação da encosta, clima; regime de água meteórica e subterrânea, saturação do lençol freático e vegetação original.

Os escorregamentos podem ser divididos em planares, circulares e em cunha.

Escorregamentos planares têm superfície de ruptura plana e rasa, com rochas ou solos mobilizados com forma retangular e estreita (Tominaga, 2012). Segundo Augusto Filho (1992), estes ocorrem em solos pouco espessos e em rochas com um plano de fraqueza que é proveniente de estruturas como acamamento, foliações, xistosidade e falhas. (Carvalho *et al.*, 2007)

Escorregamentos circulares apresentam superfície de ruptura curva onde ocorrem movimentos rotacionais (Tominaga, 2012). Geralmente se dão em solos espessos e homogêneos, aterros, rochas sedimentares ou ígneas e metamórficas muito fraturadas (Augusto Filho 1992).

Escorregamentos em cunha ocorrem ao longo da intersecção entre dois planos de fraqueza de estruturas planares (Augusto Filho, 1992). São transportadas assim rochas, solos ou saprólitos em forma de prisma. Em geral, isto acontece em taludes de corte ou encostas que ficaram sujeitos a algum processo anterior, como erosão e outros escorregamentos (Tominaga, 2012)

Conforme Tominaga (2012), dentre os tipos de escorregamentos, os planares são os que decorrem com maior frequência, e, segundo Carvalho *et al.* (2007); aqueles relacionados ao solo são os mais comuns no Brasil.

Os escorregamentos sucedem-se de forma direta em função de agentes como ondas sísmicas, a água e o ar (Guidici & Niebli, 1983). Estes dois últimos podem causar erosão através do intemperismo químico e físico. São exemplos da ação dos agentes: águas pluviais erodindo a base de encostas, água meteóricas saturando os lençóis freáticos e assim desencadeando erosão; e ondas sísmicas desestabilizando a estrutura das rochas.

Os condicionantes antrópicos que geralmente agravam os escorregamentos em ambientes urbanos são: desmatamento da vegetação original ou cultivo inadequado; lançamento e concentração de águas meteóricas e/ou servidas; vazamento na rede de água e/ou esgoto; existência de fossas sanitárias; implantação de cortes inadequados e com alturas e inclinações acima de 17°; execução inadequada de aterros na encosta; deposição de lixo e entulho nas encostas/taludes, retirada do solo superficial expondo horizontes com maior suscetibilidade a erosão e desencadeando assim processos erosivos (Carvalho *et al.*, 2007).

O processo de enxurrada anteriormente descrito também pode acarretar uma saturação do material das vertentes e consequente diminuição de sua resistência e erosão deste. Portanto, em situações como esta, a deflagração de escorregamentos pode estar associada / ocorrer concomitante com as a enxurradas.

Sendo assim, os condicionantes dos escorregamentos geralmente atuam em um panorama, e, portanto, é mais adequado que este processo seja analisado como o resultado de uma série de fatores em conjunto. De modo que, justamente, é necessário o conhecimento destes de forma a caracterizar os riscos para a tomada de medidas corretivas e/ou preventivas, atenuando ou evitando assim perdas materiais ou humanas (Carvalho *et al.*, 2007).

#### 4.4. Sistema Nacional de Proteção e da Defesa Civil (SINPEDEC).

A Secretaria Nacional de Defesa Civil (2007) conceitua Defesa Civil como o “Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas, destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social”. A mesma estabelece que cabe a Defesa Civil garantir aos cidadãos o direito à vida e à incolumidade em cenários de desastre, objetivando assim, de forma geral, a redução dos riscos destes.

A Lei nº 12.608 estabeleceu a Política de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) que inclui o objetivo de redução dos riscos desastres através das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação (Brasil, 2012). Dentre suas diretrizes estão a prioridade às ações preventivas, o planejamento tendo em vista as pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no país, e a participação da sociedade civil. Essa política se organiza conforme o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), o qual atua em todo território nacional em níveis federais, estaduais e municipais que se articulam com a União e horizontalmente entre si de maneira integrada.

Acima desses três níveis está o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), órgão consultivo integrante do Ministério da Integração Nacional que auxilia na formulação, implementação e execução do PNPDEC.

O SINPDEC tem como Órgão Central a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) que articula, coordena e dá supervisão técnica ao Sistema em âmbito federal. No âmbito municipal é representada as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC) e os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDEC).

De acordo com essa lei, compete a União instituir o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil. Neste se incluem as ações de identificar os riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do país, dar as diretrizes de proteção e defesa civil no âmbito nacional e regional, e alertar antecipadamente as regiões com riscos de desastres.

Compete aos Municípios elaborar um Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e de implantação de obras e serviço para redução de riscos de desastre (Brasil, 2012). Caso forem constatadas moradias em áreas suscetíveis a deslizamentos de alto impacto, inundações fortes ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, também compete ao município adotar providências para reduzir os riscos, como executar o plano de contingência e obras de segurança e, se for o caso, remover edificações e reassentar em local seguro os moradores. De



modo integrado e no campo de suas competências, a União e os Estados devem apoiar na execução de todas essas competências atribuídas aos Municípios.

Dadas as competências dos Órgão municipais, fica evidente a importância de uma gestão integrada e da atuação principalmente dos NUDEC, já que, estes contam com a participação da população e atuam nas áreas de maior vulnerabilidade, ligando assim a comunidade que está em contato direto com o risco aos COMDEC responsáveis pelas ações (Lucena, 2005).

## 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.1. Localização do Bairro Porto D'Antas.

O Bairro Porto D'Antas localiza-se na zona norte da cidade de Aracaju e o principal acesso se dá a partir do Mercado Municipal Albano Franco sentido norte através da Avenida General Calazans e Avenida Bastos Coelho.

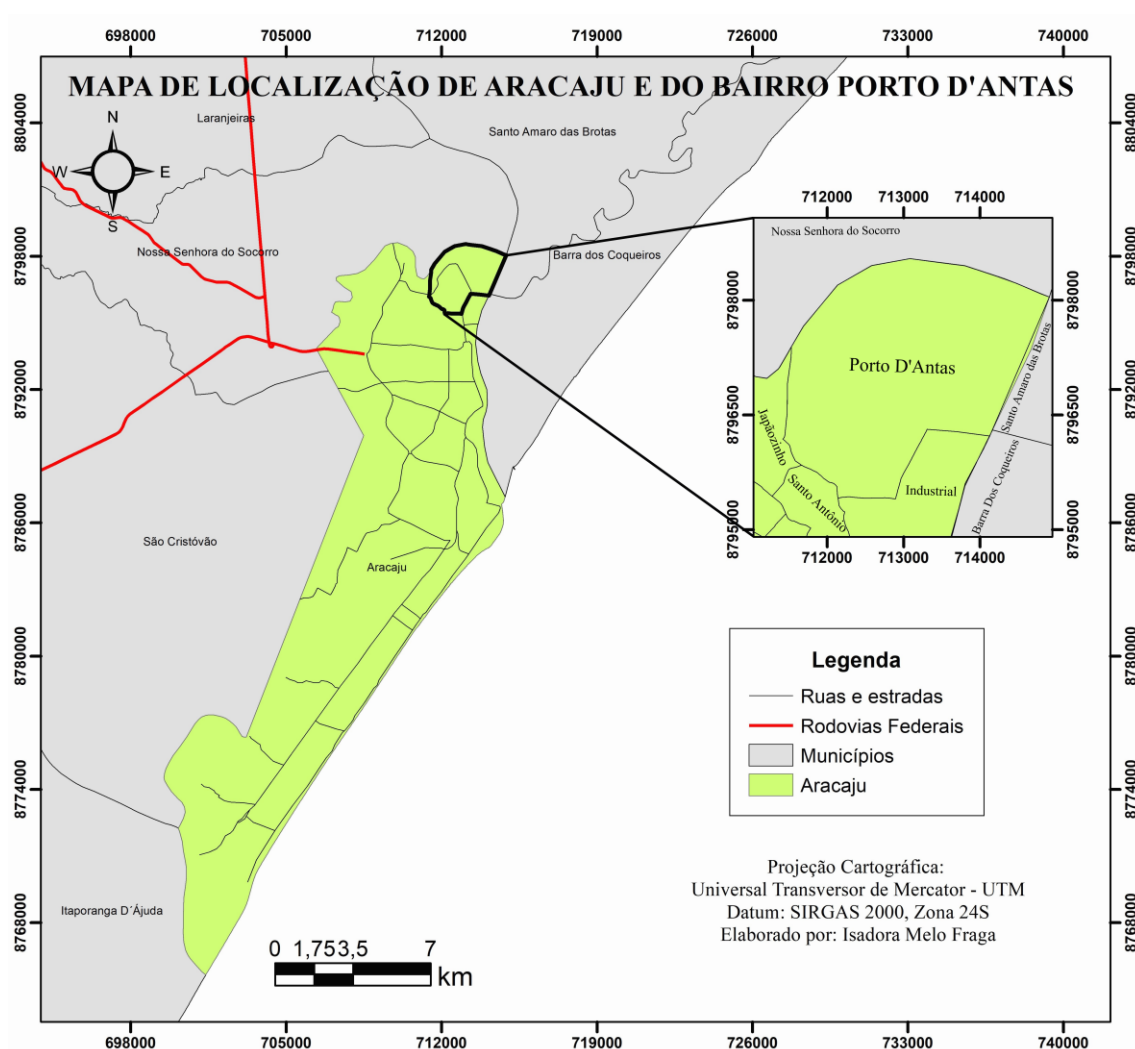


Figura 3: Localização do Bairro Porto D'Antas dentro da cidade de Aracaju.

### 5.3. Clima

Segundo Araújo *et al.* (2010), o município de Aracaju apresenta clima úmido e sub-úmido e um regime pluviométrico representado por períodos secos de primavera-verão e chuvosos de outono-inverno. Sendo assim, o litoral pode mostrar de um a três meses secos entre dezembro e fevereiro e precipitações mais intensas nos meses de abril e maio.

## 5.2. Geologia e geomorfologia

A geologia de Aracaju compreende as formações superficiais cenozoicas que englobam as rochas do Grupo Barreiras, as coberturas Tércio-Quartenárias e as coberturas Quartenárias (Pleistocênicas e Holocênicas) que afloram ao longo da planície costeira de Aracaju (Santos *et al.*, 1998).

O Grupo Barreiras ocorre de forma ampla no oeste da cidade (Figura 4) e contempla sedimentos continentais, apresentando cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila. Esses sedimentos têm cores diversas, baixa compactação e estratificação irregular (Schaller, 1969; Vilas Boas *et al.*, 1996 *apud* Santos *et al.*, 1998). Segundo Schaller (1969). As rochas do Grupo Barreiras geralmente afloram em grande parte da costa brasileira e ocorrem dispostas como grandes planaltos com patamares sutilmente inclinados e mergulhos no sentido da linha de costa. Próximo as praias, em geral, seus sedimentos podem ocorrer na forma de falésias, e, interiormente, podem originar relevos cuestiformes, apresentando escarpas. É comum a formação de encostas abruptas devido à ação das drenagens sobre os sedimentos do Grupo Barreiras.

Na região costeira do município, as coberturas Pleistocênicas compreendem os seguintes depósitos costeiros quaternários:

*Depósitos eólicos continentais antigos (QPe<sub>2</sub>):* QPe<sub>2</sub> é a primeira geração de dunas dentro desses depósitos que é composta por dunas internas (Figura 4) parabólicas firmadas pela vegetação e formadas por sedimentos arenosos, bem selecionados e com grãos angulosos (Bruni & Silva, 1983; Bittencourt *et al.*, 1983).

*Terraços marinhos (QPa):* São depósitos de areias bem selecionadas formados após a penúltima Transgressão marinha (Santos *et al.*, 1998; Bittencourt *et al.*, 1983), que ocorrem ao longo de todo o município e estão mais concentrados na parte noroeste deste (Figura 4). Esses mostram atitudes horizontais e geralmente estão encaixados no interior dos vales e em contato com os sedimentos das falésias do Grupo Barreiras (Bittencourt *et al.*, 1983).

Na parte costeira de Aracaju, as coberturas Holocênicas englobam os seguintes depósitos costeiros quaternários:

*Depósitos Flúvio- Lagunares (QHf):* Segundo Bittencourt *et al.* (1983), são sedimentos argilo-arenosos com matéria orgânica e apresentam pontualmente conchas e pedaços de

madeira. Esses ocorrem nas drenagens sobre os terraços marinhos pleistocênicos, nas áreas de baixa altitude entre os Terraços Pleistocênicos e Holocênicos e no interior dos vales esculpidos no Grupo Barreiras.

*Terraços Marinhos Holocênicos (QHT)*: São depósitos com areias litorâneas, bem selecionadas com conchas marinhas e tubos fósseis de *Callianassa* (Santos *et al.*, 1998). De acordo com Bittencourt *et al.* (1983), estes são faixas de terraços marinhos arenosos que ocorrem em toda extensão costeira do município de Aracaju. Situam-se externamente aos Terraços Marinhos Pleistocênicos e, localmente, desagregam-se destes através de uma região baixa pantanosa. Estão dispostos na forma de cristas contínuas e bem marcadas de cordões litorâneos adjacentes e paralelos (Figura 4).

*Depósitos Eólicos Litorâneos (QHe<sub>1</sub>)*: O conjunto QHe<sub>1</sub> está dentro da geração de dunas sobrepostas aos Terraços Marinhos Holocênicos (Bittencourt *et al.*, 1983). Este conjunto representa as dunas barcanas que se situam de maneira contínua ao longo do litoral (Figura 4).

*Depósitos de Pântanos e Mangues (QHp)*: Estão distribuídos em toda extensão do município (Figura 4) e, conforme Bittencourt *et al.* (1983), são formados por materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica e sofrem a influência das marés. Ocorrem no interior dos vales esculpidos no Grupo Barreiras e em regiões de baixas altitudes entre os Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos.

Na área de estudo do Bairro Porto D'Antas predominam ao longo das encostas depósitos sedimentares do Grupo Barreiras, que são compostos principalmente por arenitos mal selecionados friáveis, por vezes silto-argilosos, com seixos esparsos. Ocorrem de forma subordinada depósitos de pântanos e mangues (Figura 4).

No município, geralmente, as áreas onde afloram as rochas do Grupo Barreiras são aquelas com os terrenos de maiores inclinações (Figura 5).

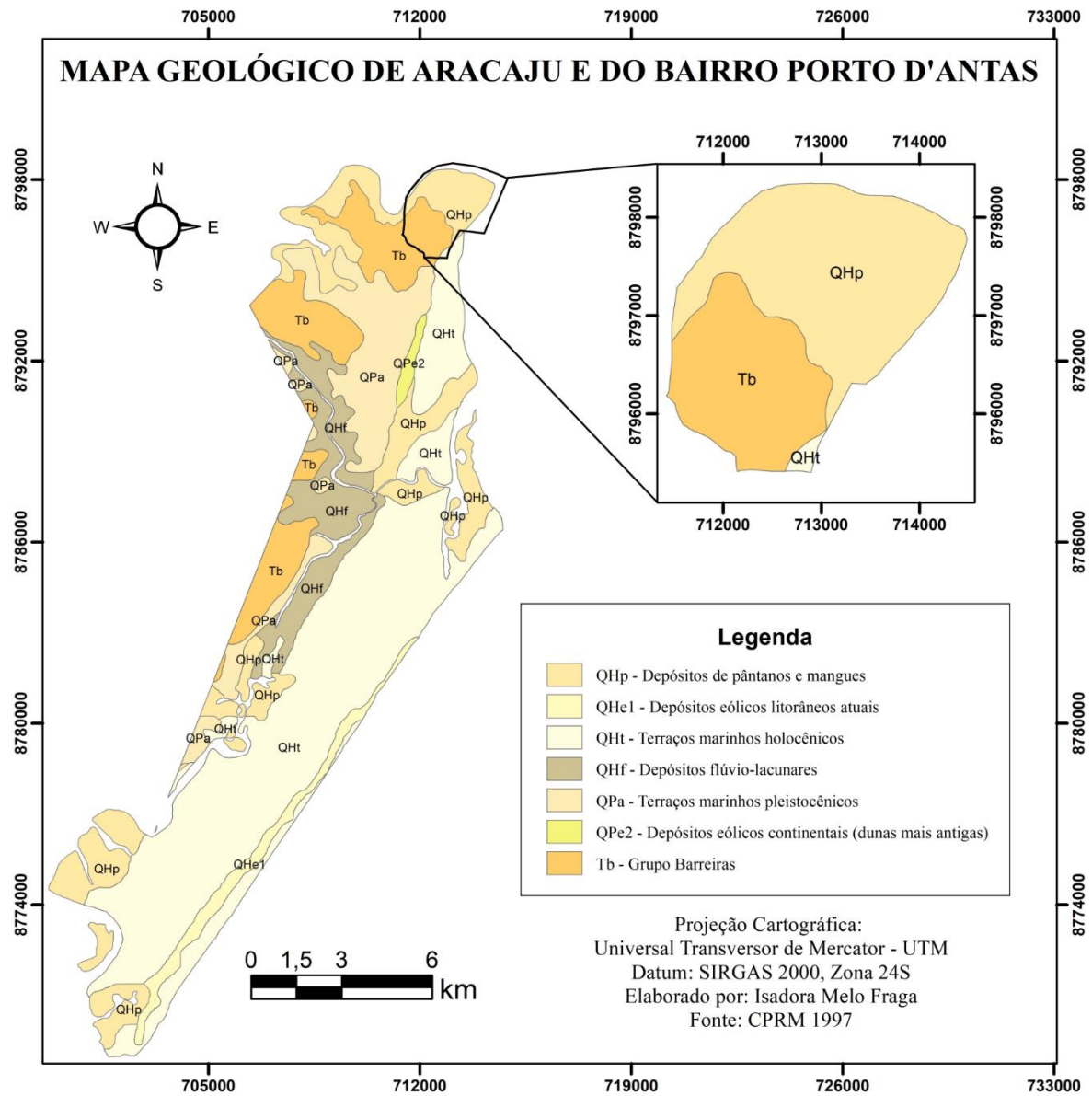


Figura 4: Mapa geológico de Aracaju com destaque para o bairro Porto D'Antas.

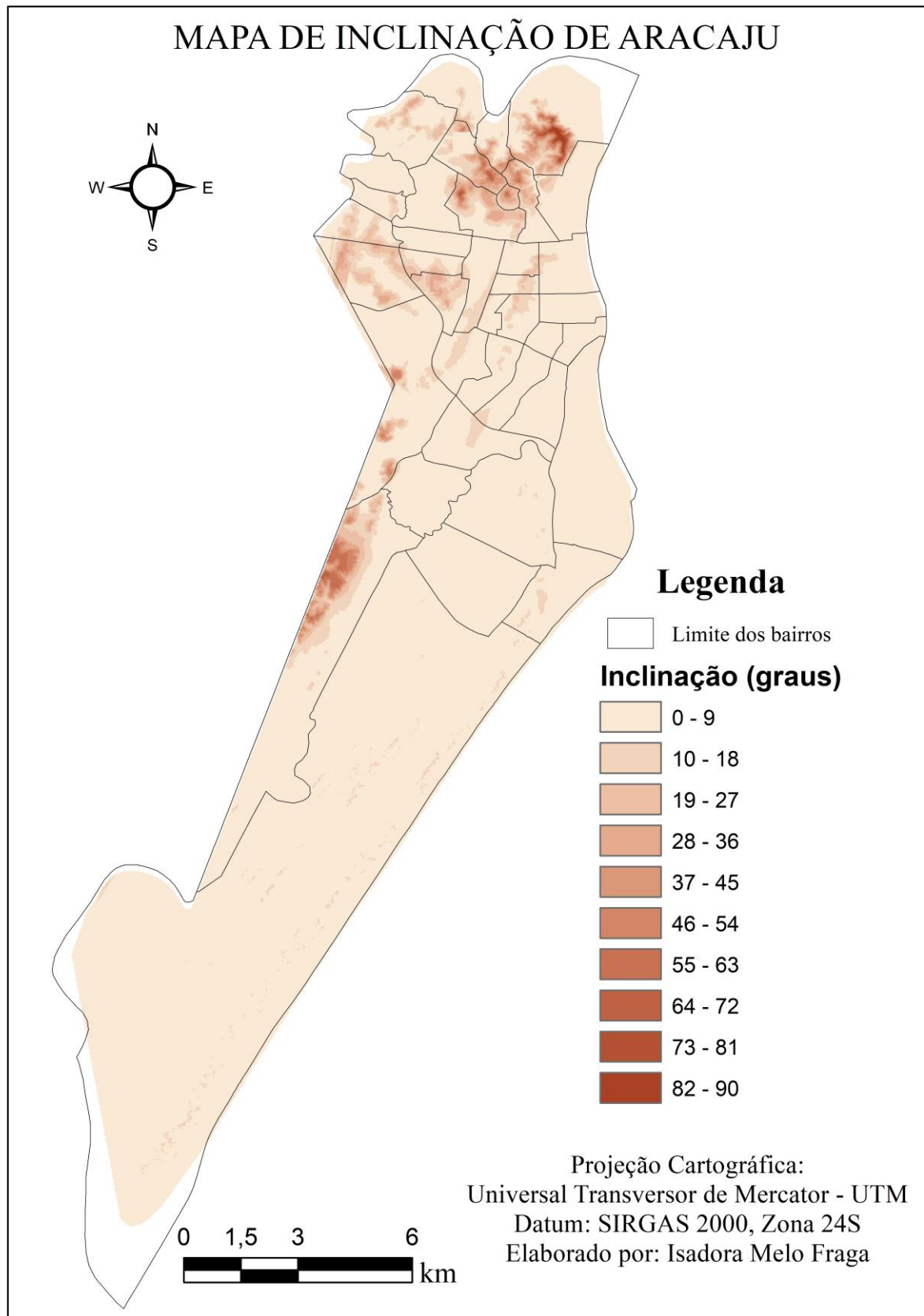


Figura 5: Caracterização das inclinações dos terrenos do município de Aracaju. Dados cedidos pela COMDEC de Aracaju.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Análise de pluviosidade em Aracaju e no Bairro Porto D'Antas.

No município de Aracaju, no intervalo entre os anos de 1970 e 2000, o total acumulado de chuvas alcançou 22.738 mm, sendo a média mensal de 93,95 mm. É possível interpretar que, para o município, os meses com precipitações mais intensas são os de abril e maio, com valores médios acumulados de 200,6 mm e 201,75 mm, respectivamente (Figura 6).

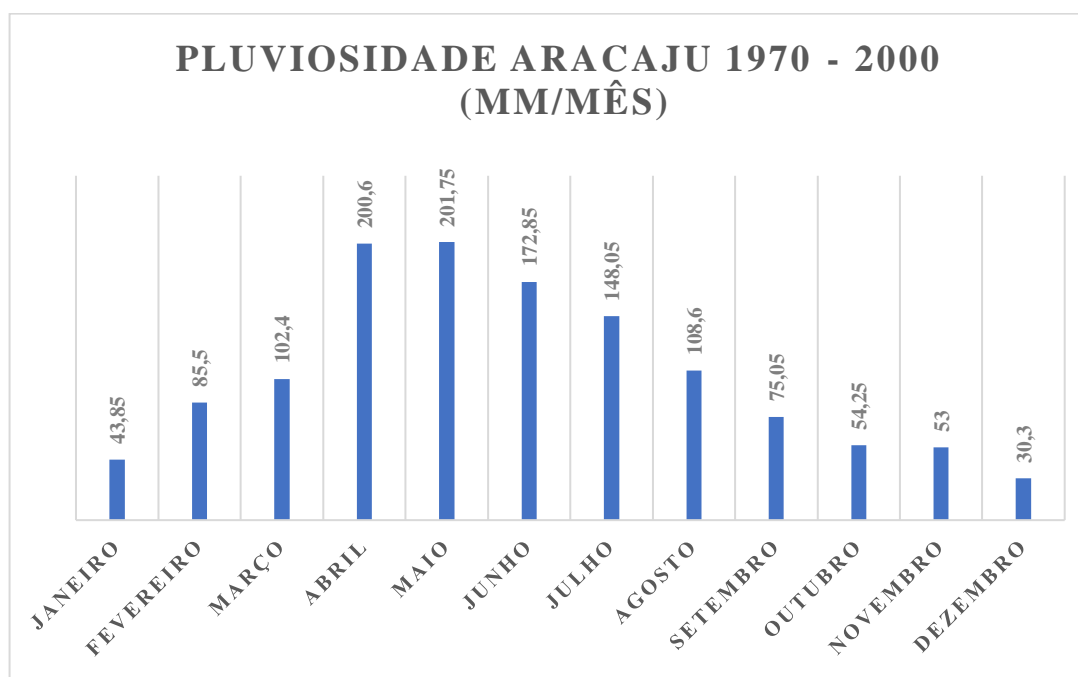


Figura 6: Distribuição do acumulado de chuvas do município de Aracaju no período entre 1970 e 2000, em intervalos de dois em dois anos. Dados retirados de Araújo *et al.* (2010).

No bairro Porto D'Antas, no intervalo entre 2016 a 2017, houve um acumulado de chuvas de 2.875,8 mm e uma média do acumulado mensal de 93,7 mm, próxima à média do município durante o período de 1970 a 2000 (Figura 7). Em geral, para o bairro, as precipitações mais intensas ocorrem nos meses de maio e junho, que apresentam os respectivos valores médios acumulados para esse período: 319,7 mm e 273 mm (Figura 7).

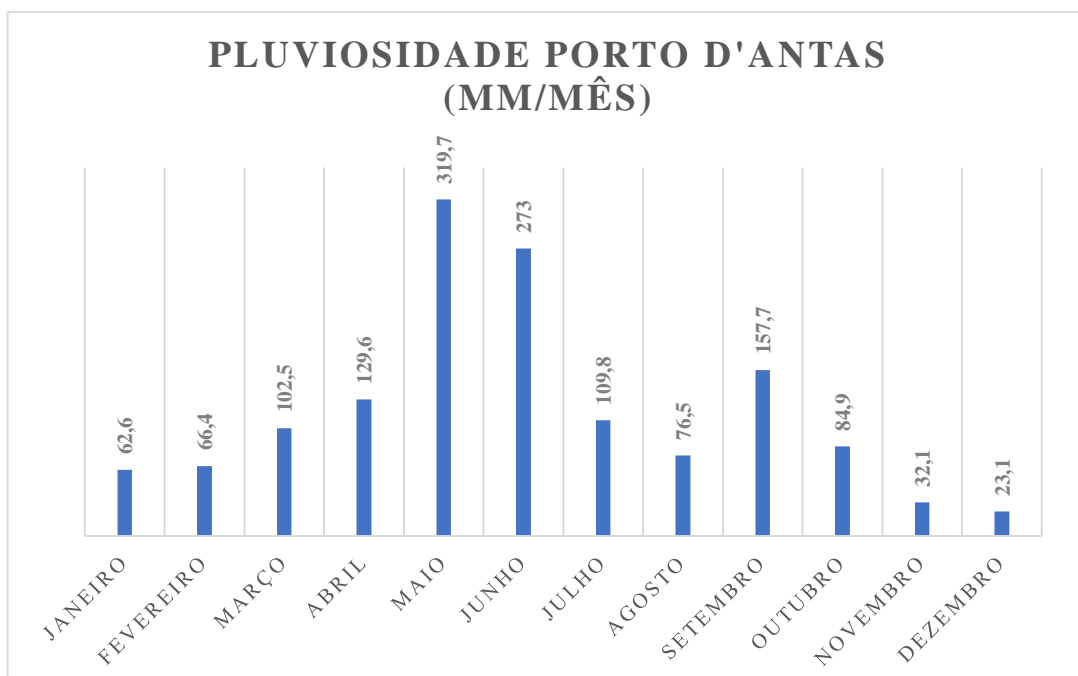


Figura 7: Distribuição de chuvas do bairro Porto D'Antas (Aracaju) no período de 2016 a 2017.

Os meses em que foram registrados eventos de escorregamento no Bairro Porto D'Antas são coincidentes com o período do inverno, e estão concentrados nos meses de junho e agosto, que compõem 86 % das ocorrências (Figura 8).

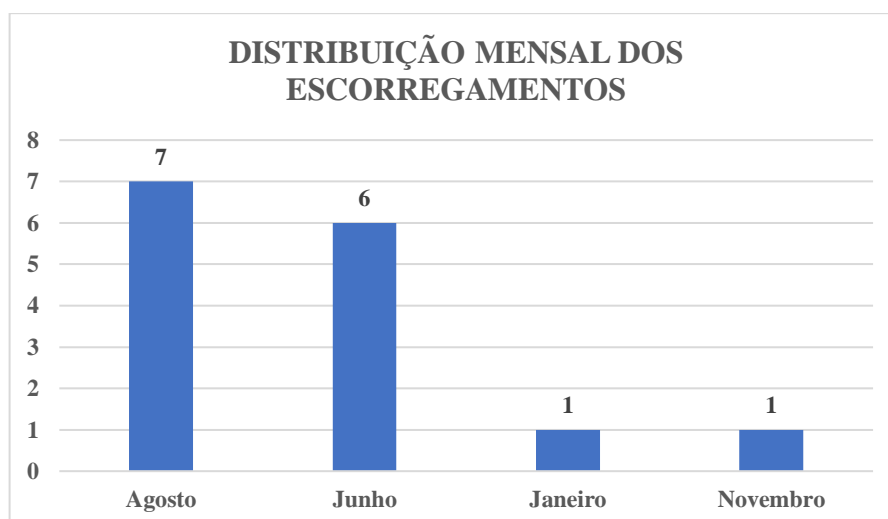


Figura 8: Distribuição mensal de 15 atendimentos com escorregamentos no bairro Porto D'Antas entre os anos de 2000 e 2016.



## 6.2. Frequência das tipologias de atendimento

A análise dos resultados de atendimento da Defesa Civil permitiu a individualização de cinco tipologias de risco. Predominam amplamente atendimentos relacionados a riscos de natureza estrutural da moradia (70%), interpretados como “risco construtivo”. Em segundo lugar estão os atendimentos relacionados a risco de escorregamento (11%), seguidos por riscos de alagamento (6%) e inundação (5%). Apenas 1% dos atendimentos está relacionado a risco de incêndio. Aquelos dados com mais de um motivo da solicitação em que o relato do técnico não era específico foi interpretado como “inconclusivo” e perfazem 1% de todas as fichas analisadas. Com menor frequência estão os atendimentos dados por problemas de destelhamento de moradias (0,1%). Aquelos relatos em que os técnicos da defesa civil não confirmaram em campo as informações da solicitação enviada pelo município foram interpretadas como “sem risco” e compreendem 6% do total (Figura 9).

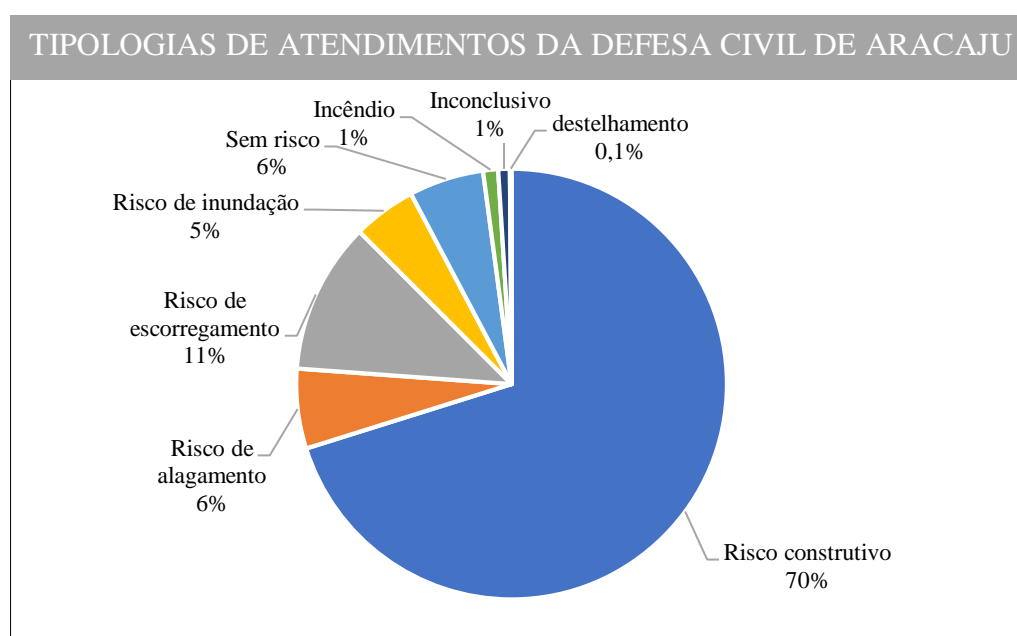


Figura 9: Tipologias de atendimento da Defesa Civil de Aracaju entre 2010 e 2016. Dados fornecidos pela COMDEC de Aracaju.

A análise das fichas de atendimento permitiu interpretar que 37,7% dos atendimentos estão localizados em seis bairros (15%), dentre eles Cidade Nova (8,8 %), Santa Maria (6,7%), Santos Dummont (6,2 %), Porto D´Antas (5,8 %), Soledade (5,4 %) e Centro (4,8 %), num total de quarenta bairros (Figura 10). A distribuição em mapa destes bairros (Figura 11) coincide com áreas mais periféricas da cidade, onde há maior vulnerabilidade social e menor quantidade

de equipamentos públicos, em exceção do bairro Centro. Dentre eles, destaca-se o Porto D'Antas como quarto bairro em número total de ocorrências ressaltando a vulnerabilidade ambiental e social na qual a população está sujeita (Figura 10).

De todas as fichas, 27,8 % dos atendimentos correspondem a oito bairros, enquanto que 34,5 % são referentes a ocorrências em quarenta bairros (Figura 10). Estes resultados mostram distribuição mais equilibrada de ocorrências dentre os bairros geralmente menos periféricos.

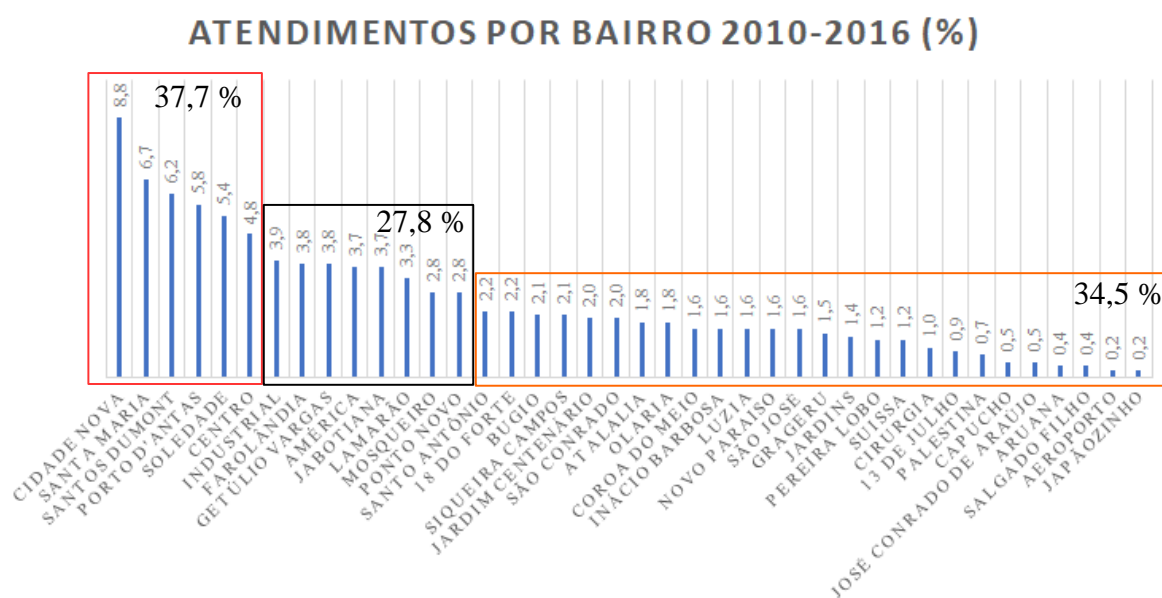


Figura 10: Frequência de atendimentos por bairro da cidade de Aracaju entre 2010 e 2016.

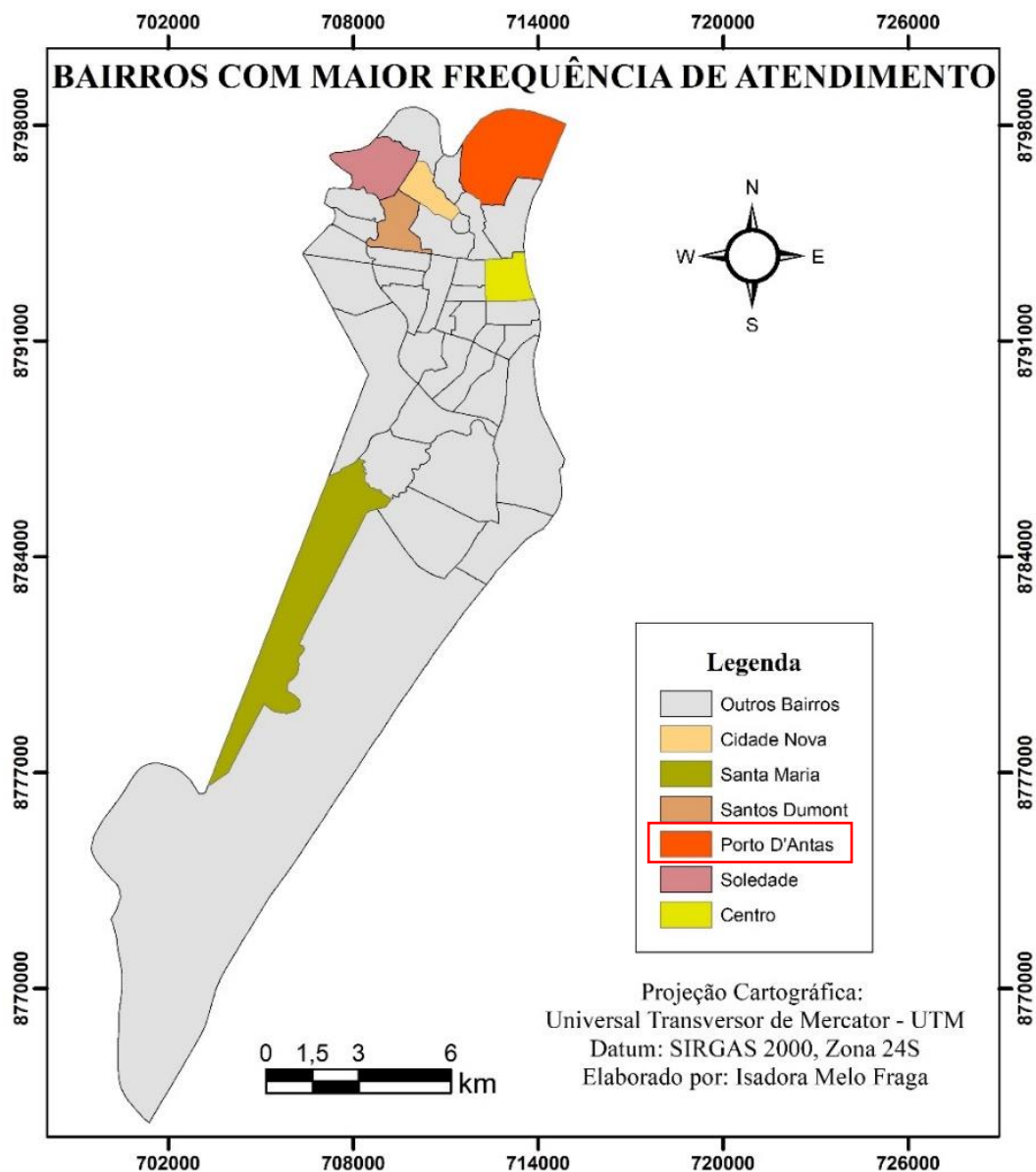


Figura 11: Mapa da distribuição geográfica dos bairros com maior frequência de atendimento entre 2010 e 2016.

Dentre os bairros com maior frequência de atendimentos apenas no Centro não foram identificadas ocorrências com escorregamentos (Figura 12). Aqueles com maior ocorrência de escorregamentos são: Cidade Nova (40,8%), Porto D'Antas (32,6%), Santa Maria (18,2%), Soledade (18,2%) e Santos Dummont (14 %) (Figura 12).

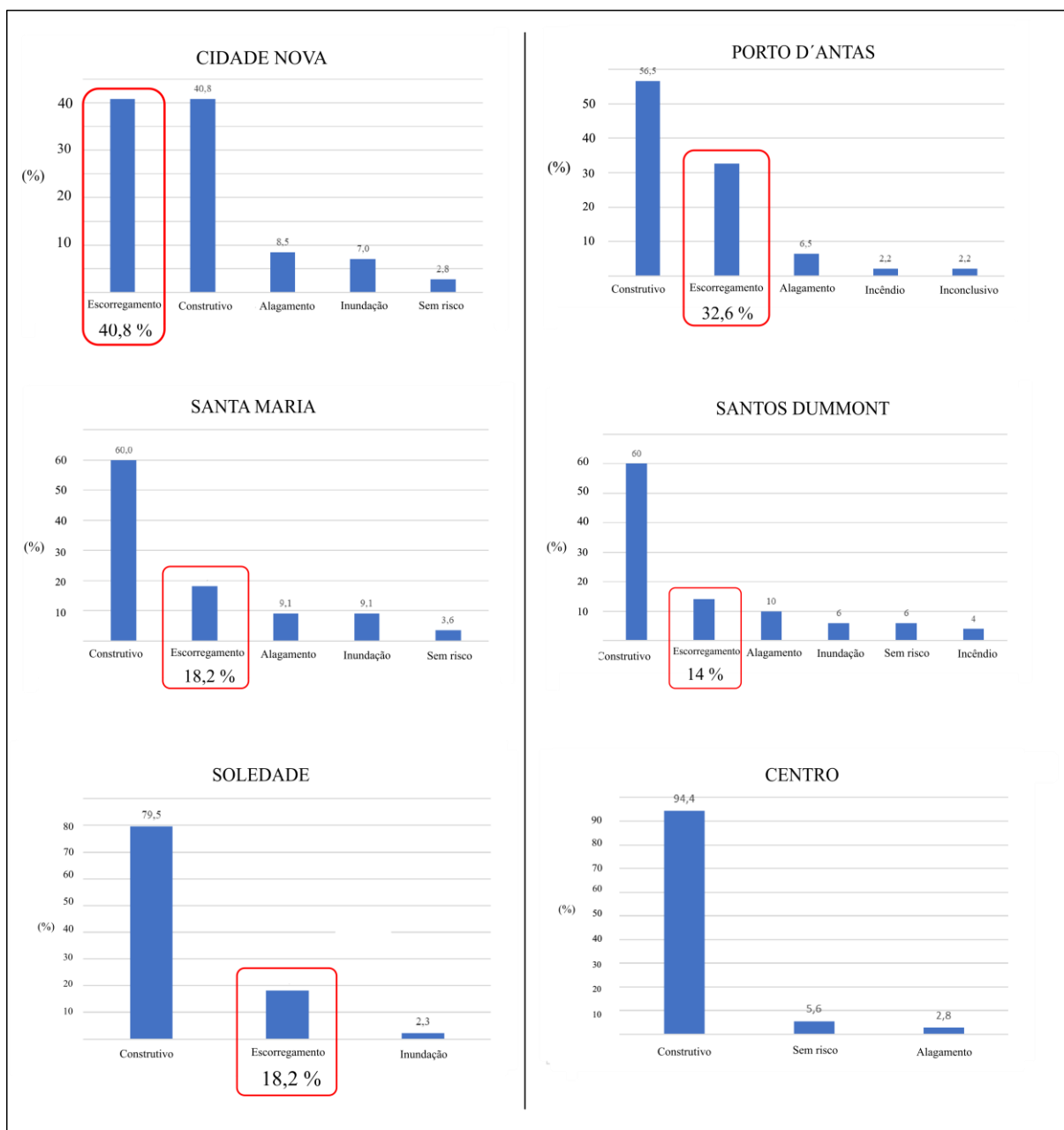


Figura 12: Frequência de atendimentos por bairro da cidade de Aracaju entre 2010 e 2016, com destaque para os riscos de escorregamento.

No Bairro Porto D'Antas foram identificadas 32,6 % áreas com atendimento mais frequentes relacionados a escorregamentos ou desmoronamentos. As moradias localizadas nestas áreas foram escolhidas prioritariamente para imageamento aéreo (Figura 13).

## Mapa de Percurso para Imageamento Aéreo das Áreas de Risco do Bairro Porto D'Antas

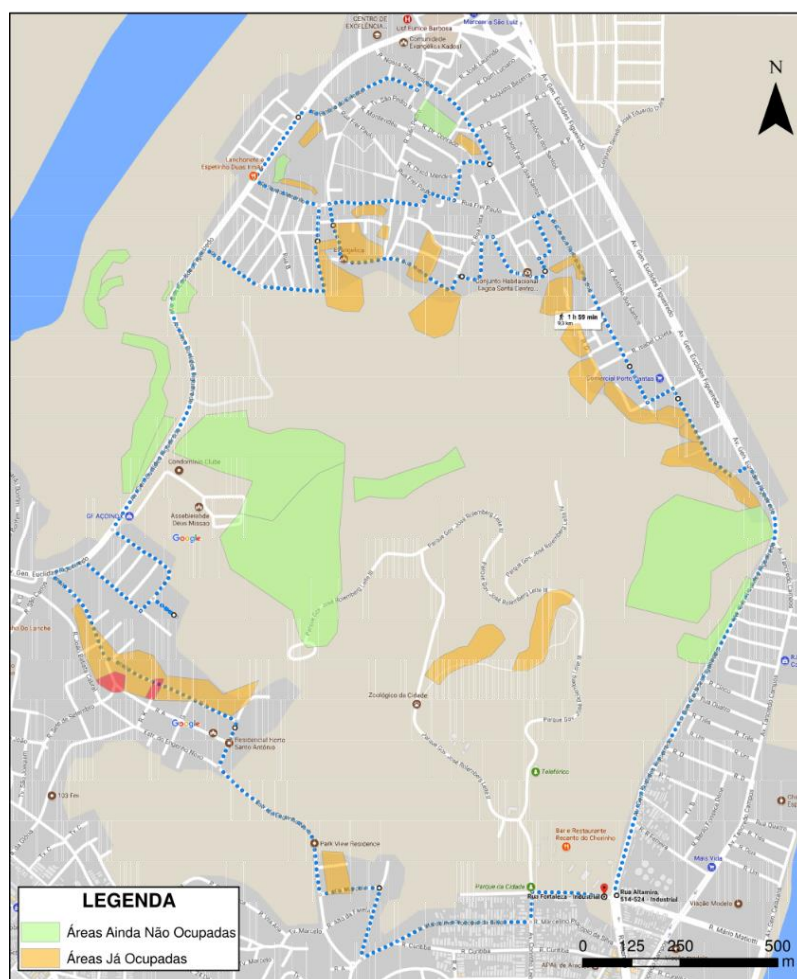


Figura 13: Mapa do bairro Porto D'Antas com rota do voo do VANT, representado pela linha pontilhada azul. Mapa cedido pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Aracaju.

### 6.3. Pré-setorização

A análise de cada foto aérea permitiu identificar algumas áreas do bairro com condicionantes e sinais de risco de escorregamento, tais como: cicatrizes de escorregamentos (Figura 14 A), inclinação de árvores (Figura 14 B), lixos ou entulhos lançados (Figura 14 C), além de aspectos como inclinação da encosta e distribuição de moradias ao longo dela.





Figura 14: A: Cicatriz de escorregamento no talude de corte. B: Árvore inclinada na encosta atrás das moradias. C: Lixo e entulho dispostos sobre a encosta.

Após identificadas estas evidências, foi possível delimitar dentro de um polígono sobre cada foto grupos de casas com maior suscetibilidade ao risco de escorregamento, resultando num total de 8 pré-setores (Figura 15).

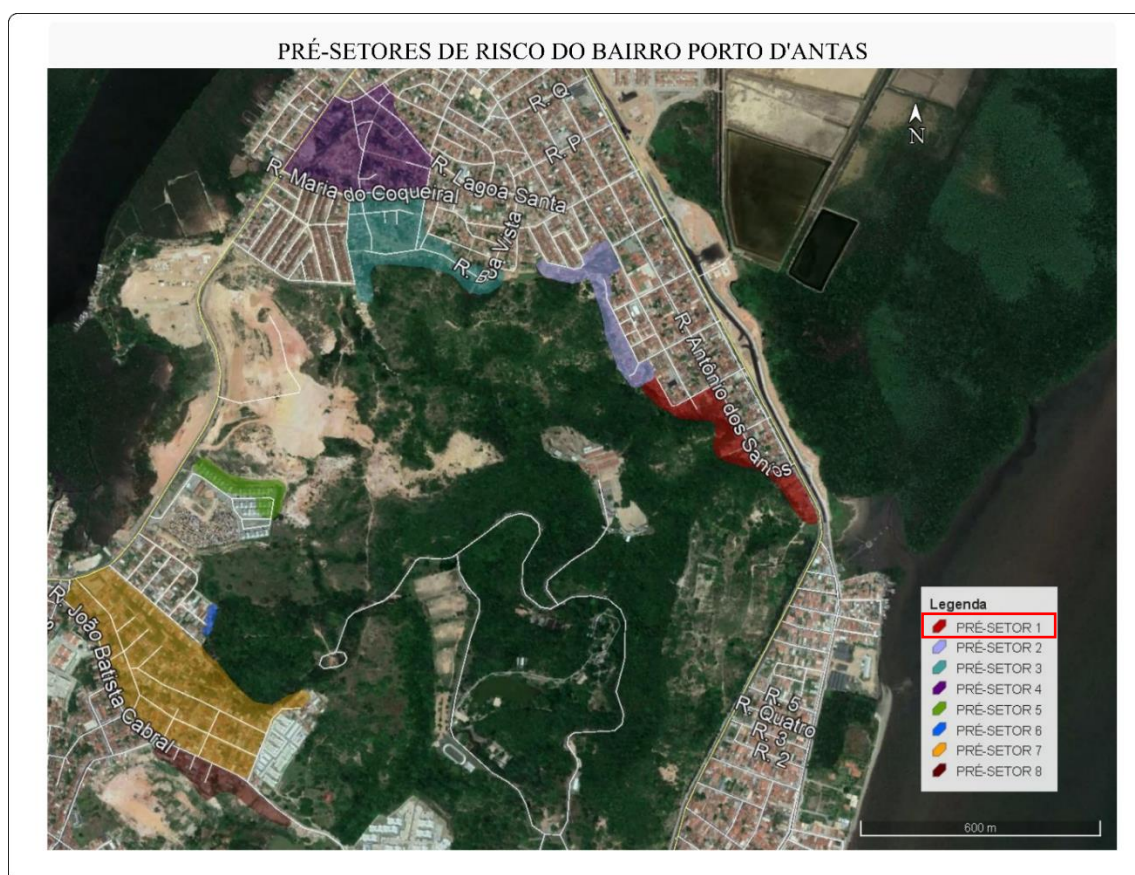


Figura 15: Pré-setores de risco de escorregamento do Bairro Porto D'Antas.

Dentre todos os pré-setores foi estudada em detalhe a área de 29,15 metros quadrados do pré-setor 1, onde foram descritas as maiores evidências de risco de escorregamento.

#### 6.4. Trabalho de campo e definição do grau do risco

Os resultados dos trabalhos de campo permitiram a individualização de 11 setores de risco de escorregamento, variando em graus de risco médio e alto (Tabela 5). Cada setor é descrito conforme segue adiante.

##### **Setor 1\_S1\_Re3**

**Endereço:** Avenida General Euclides Figueiredo

**Referência de acesso:** Rua H

**Imóveis em risco:** 3

**Nº dos imóveis:** Sem número (S/N)

**Pessoas em risco:** 12

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada.

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial nos fundos das moradias com canalização precária, árvores de médio a grande porte inclinadas e cicatriz de escorregamento de grande porte.

**Tipo de intervenção sugerida:** Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Instalação de sistema de drenagem com meia canaleta nos fundos das casas.

O setor 1 envolve casas de alvenaria situadas na base da encosta, na qual há taludes de aterro e de corte, assim como áreas desmatadas e árvores de médio a grande porte inclinadas. Nos taludes também pode ocorrer cicatriz de escorregamento de grande porte em contato com os fundos dos imóveis (Figura 16), que evidenciam escorregamentos anteriores. Nos fundos das moradias existem marcas de drenagem superficial com condução precária e inadequada que atinge o fundo as casas, estando estas vulneráveis quanto ao impacto direto de água e de escorregamentos de solo.



Figura 16: Cicatriz de escorregamento no talude de aterro atrás dos imóveis.

## **Setor 2\_S2\_Re2**

**Endereço:** Avenida General Euclides Figueiredo e Rua Antônio dos Santos

**Referência de acesso:** Rua H

**Imóveis em risco:** 4

**Nº dos imóveis:** Sem número (S/N), 24, 44

**Pessoas em risco:** 18

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Médio

**Principais condicionantes de risco:** Árvores de médio a grande porte inclinadas, lixo e entulho lançados, cicatrizes de escorregamento pontuais e taludes com amplitudes inferiores a 2,5 m.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de entulho e disposição de material de construção à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias.



O setor 2 compreende casas de alvenaria situadas na base da encosta, a qual apresenta talude de corte e talude de aterro com cicatrizes de escorregamento planar pontuais. A altura dos taludes próximos as casas varia de 0,5 a 2,5 m, predominando 2,0 m. A inclinação destes está entre 80° e 90° (Figura 17). A distância entre os taludes e os imóveis varia de 0,5 a 2,0 m. Ocorrem lixo e entulho lançados sobre a encosta.

De acordo com os moradores, ocorrem enxurradas durante chuvas intensas nos taludes de corte e aterro que escoam até a Rua H através do sistema de drenagem superficial precário.

Na encosta há partes desmatadas com restos de raízes, vegetação rasteira, área de cultivo, raízes expostas e árvores de médio a grande porte inclinadas (Figura 18).

Os muros de contenção para a mitigação dos efeitos de movimentos de massa nos taludes atrás das moradias distam de 0,5 a 1,0 m destes e por vezes estão em contato com os taludes (Figura 19).

Os muros podem ser de alvenaria e de pedra e suas estruturas mostram-se flexionadas ou parcialmente desmoronadas, o que em conjunto com as cicatrizes de escorregamento e as árvores inclinadas evidenciam escorregamentos anteriores no sentido dos imóveis, assim como a baixa resistência dos muros às sobrecargas geradas pelo solo remobilizado.

Restos de alicerces em taludes de corte e de aterro no plano superior aos taludes mais próximos das casas sugerem que havia imóveis no pavimento superior (Figura 20).

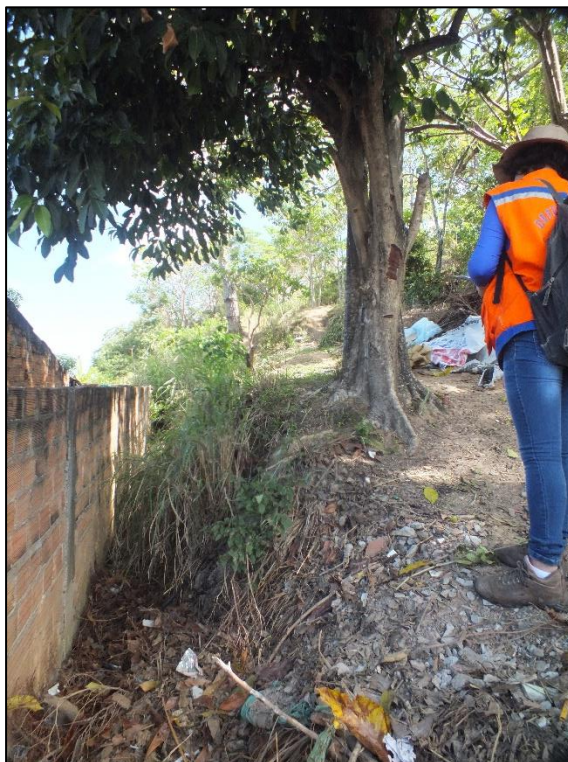


Figura 17: Talude de corte com raízes expostas e árvore de grande porte inclinada que possui cerca de 90° de inclinação, 1,0 m de amplitude e dista 1,0 m do muro de alvenaria flexionado.



Figura 18: Encosta nos fundos do imóvel com árvores de médio a grande porte inclinadas e lixo e entulho dispostos sobre ela.





Figura 19: Muro de contenção de pedra parcialmente desmoronado com 2,0 m de altura em contato com a encosta nos fundos do imóvel N°24. Nota-se vegetação rasteira e cultivo de mamoeiro na berma do talude de corte.



Figura 20: Cicatriz de escorregamento no talude de aterro nos fundos do imóvel N°44, e parte de alicerce antigo exposto no plano superior da encosta que dista cerca de 4,0 m da moradia.

**Setor 3\_S3\_Re2**

**Endereço:** Travessa São José

**Referência de acesso:** Rua Antônio dos Santos

**Imóveis em risco:** 5

**Nº dos imóveis:** 40, 46, 52, 54, 56.

**Pessoas em risco:** 18

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Médio

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial na parte da frente das moradias com canalização precária, exposição superficial de esgotamento sanitário e cortes de pequena amplitude abaixo de 2,0 m nos fundos das casas.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e entulho à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Remover bananeiras para evitar escorregamentos. Adequação do sistema de drenagem superficial e de condução de esgoto.

**Setor 4\_S4\_Re3**

**Endereço:** Travessa São José

**Referência de acesso:** Rua Antônio dos Santos

**Imóveis em risco:** 3

**Nº dos imóveis:** 28, 34, sem número (S/N),

**Pessoas em risco:** 5

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada.

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Intervenção antrópica por meio de cortes de altas amplitudes ao longo do talude do setor 4.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e disposição de material de construção à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias.

Os setores 3 e 4 estão dentro do contexto de uma encosta côncava com casas de alvenaria situadas na base, onde há taludes de aterro, e taludes de corte em solo residual argiloso e em solo residual arenoso que apresentam cicatrizes de escorregamento planar induzidas pela ação antrópica.

A amplitude dos taludes varia de 1,0 e 3,0 m acima do nível muros de contenção. Nas moradias do setor 3, predominam amplitudes abaixo de 2,0 m e naquelas do setor 4 acima de 2,0 m. A inclinação dos taludes está entre 30° e 90°, predominando 60° para o setor 3 (Figura 21) e 90° para o setor 4 (Figura 22). Ocorrem lixo e entulho dispostos sobre os taludes e disposição de material de construção sobre o topo do talude do setor 4.

Há uma barragem construída com madeira e entulho no final da travessa, assim como exposição superficial de esgotamento sanitário (Figuras 23 e 24). Segundo relato dos moradores, durante chuvas intensas, a água escoava pela travessa e através dos taludes atrás das moradias firmadas sob aqueles de maiores amplitudes e inclinações. Isto acarreta na concentração superficial de água pluvial na frente das moradias dos setores 3 e 4 e nos fundos dos imóveis do setor 4. Esse panorama sugere que as moradias desses setores se encaixam no caminho de uma antiga drenagem, ficando sujeitas ao impacto direto de água e de solo.

Nos taludes por vezes há partes desmatadas, vegetação rasteira, área de cultivo de bananeira e árvores de baixo a médio porte inclinadas (Figura 25).

Os taludes estão em contato os muros de contenção dos imóveis, os quais, em geral, são mistos de bloco complementados com pedra e têm alturas variando de 1,70 a 2,5 m. A maioria possui alturas consideravelmente baixas para a amplitude da encosta.

Os muros podem apresentar estrutura danificada (Figura 25), o que, juntamente com as cicatrizes de escorregamento e as árvores inclinadas, sugere escorregamentos anteriores no sentido dos imóveis.

No setor 4, há um quarto de imóvel em situação de risco (Figura 26).





Figura 21: Muro do imóvel N° 52 em contato com talude de corte em solo argiloso, o qual tem inclinação de cerca 60°.



Figura 22: Talude de corte em solo residual arenoso subvertical atrás do imóvel N°28.





Figura 23: Taludes de aterro e barragem de madeira e entulho no final da Travessa São José.



Figura 24: Exposição superficial de esgotamento sanitário na Travessa São José.





Figura 25: Cultivo de bananeira e muro de contenção misto parcialmente desmoronado atrás no imóvel N°46.



Figura 26: Talude de corte com inclinações entre 80° e 90° e cicatrizes de escorregamentos devido à intervenção antrópica situado acima do quarto do imóvel N° 28 (Setor 4).



**Setor 5\_S5\_Re3**

**Endereço:** Rua Antônio dos Santos

**Referência de acesso:** Rua Jorge Henrique da Silva

**Imóveis em risco:** 3

**Nº dos imóveis:** 70, 80, 86

**Pessoas em risco:** 14

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Intervenção antrópica por meio de cortes de altas amplitudes ao longo do talude, grandes cicatrizes de escorregamento próximas as moradias. Setor com histórico de escorregamento em 2013.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir disposição de material de construção à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Remover bananeiras para evitar escorregamentos. Erradicar árvore de grande porte inclinada, a fim de evitar sua queda e aumentar a estabilidade do talude.

O setor 5 é constituído por imóveis de alvenaria estabelecidos na base da encosta, na qual há taludes de corte em solo com grandes cicatrizes de escorregamento próximas as moradias (Figura 27). Os taludes de corte têm amplitudes medindo 5,0 m preferencialmente, podendo chegar até 15 m (Figura 27). Suas inclinações variam entre 60° e 90°, predominando 80° (Figura 28).

Segundo relato dos moradores, durante chuvas intensas há concentração de água superficial nos fundos das moradias.

Nos taludes podem ocorrer áreas desmatadas, cultivo de bananeira (Figura 28), vegetação rasteira, raízes expostas e materiais de construção estão dispostos na base destes (Figura 29 e 30). Ocorrem árvores de médio porte inclinadas e árvore de grande porte inclinada com risco de queda, o que aumenta a instabilidade da encosta e, em conjunto com as cicatrizes, evidenciam a ocorrência de escorregamentos anteriores do solo no sentido dos imóveis. (Figura 30).

Os muros de contenção para a mitigação dos efeitos de uma movimentação de massa nos taludes atrás dos imóveis estão em contato com a encosta e a constituição destes alterna entre de pedra e misto de pedra complementado com alvenaria. Estes possuem alturas consideravelmente baixas para a amplitude da encosta.

Segundo relato dos moradores, houve escorregamento durante chuvas intensas em 2013.



Figura 27: Talude de corte com inclinações entre 80° e 90° e amplitude de cerca 15 m.



Figura 28: Encosta com cerca de 80° de inclinação atrás do imóvel de N° 70.



Figura 29: Talude de corte atrás do imóvel N°70 com raízes expostas associadas a cicatriz de escorregamento de grande dimensão.





Figura 30: Talude de corte atrás do imóvel N° 80 com bananeiras e entulhos de construção na base (setas vermelhas). Presença de árvores inclinadas associadas a cicatriz de escorregamento na meia encosta (setas vermelhas). Muro de contenção misto de pedra e alvenaria, este último um pouco flexionado à esquerda da foto.

### **Setor 6\_S6\_Re2**

**Endereço:** Rua Antônio dos Santos

**Referência de acesso:** Rua Jorge Henrique da Silva

**Imóveis em risco:** 4

**N° dos imóveis:** 90, 96, 102, 108

**Pessoas em risco:** 15

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Médio

**Principais condicionantes de risco:** Intervenção antrópica por meio de cortes de médias amplitudes na encosta, lançamento de água servida na encosta.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir disposição de lixo e material de construção à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Monitorar árvore de grande porte inclinada.

O setor 6 apresenta casas de alvenaria construídas na base da encosta, onde há taludes de corte em solo residual que por vezes exibem cicatrizes de escorregamento pontuais. A inclinação dos taludes varia entre 60° e 90°. Sobre eles ocorrem lixo e entulho de construção (Figura 31).

Segundo relato dos moradores, durante chuvas intensas há concentração de águas pluviais atrás das moradias. O sistema de drenagem superficial na área é precário e ocorre o lançamento de água servida na encosta, o que aumenta a instabilidade desta (Figura 32).

Usualmente, há no talude vegetação rasteira, árvores de pequeno e médio porte inclinadas com raízes expostas, sendo uma de grande porte inclinada a 2,0 m das moradias, as quais evidenciam escorregamentos de solo anteriores.

A encosta está em contato com os muros de contenção, os quais são mistos de alvenaria complementado com pedra e de pedra (Figura 33). Esses estão em boas condições estruturais e têm alturas variando entre 2,0 e 3,5 m, consideravelmente razoáveis para a amplitude dos taludes.

Em contato com a encosta se situa quarto de imóvel em situação de risco (Figura 34).



Figura 31: Talude de corte em solo residual com 80° de inclinação e árvores inclinadas, o qual dista de 1,0 a 2,0 m do muro dos imóveis N°102 e N°108. Sobre a base do talude há lixos lançados.

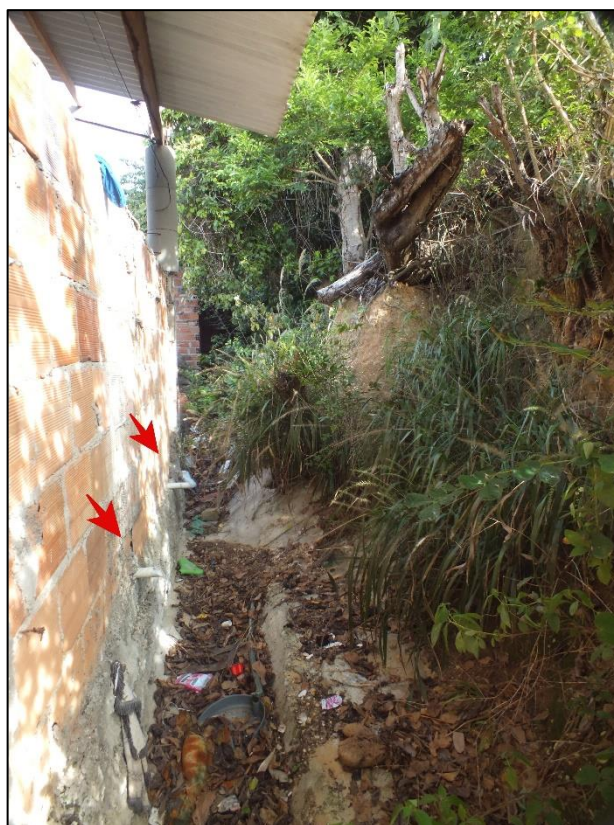


Figura 32: Lançamento de água servida na encosta atrás do imóvel N°108.





Figura 33: Muro de contenção de pedra do imóvel N120°.

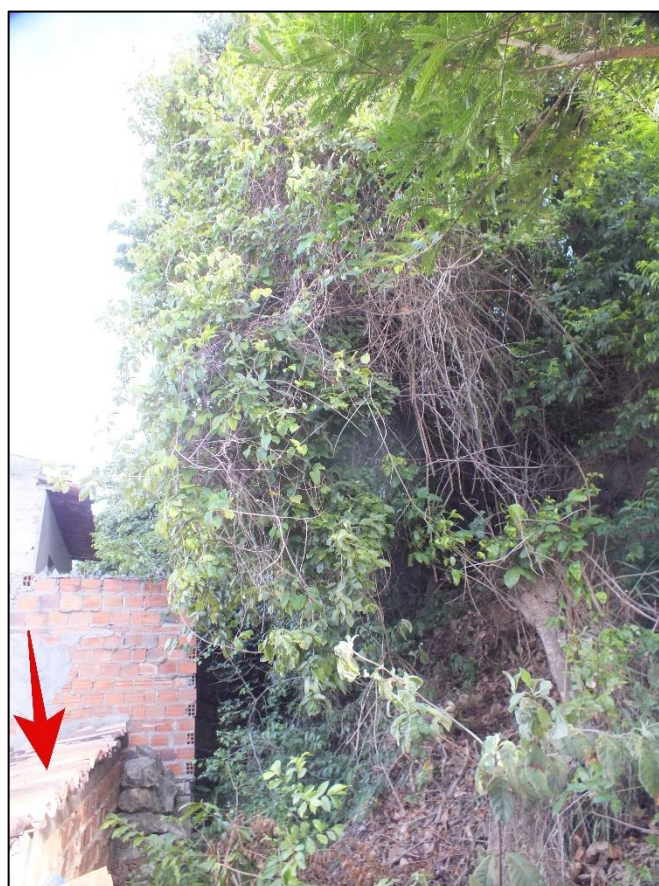


Figura 34: Quarto do imóvel N°102 em risco. Nota-se árvores inclinadas no sentido do quarto.

**Setor 7\_S7\_Re3**

**Endereço:** Rua José Vieira Neto

**Referência de acesso:** Rua Antônio dos Santos ou Rua Gérson Farias dos Santos

**Imóveis em risco:** 2

**Nº dos imóveis:** 12, 10

**Pessoas em risco:** 6

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial nos fundos das moradias com canalização precária. Intervenção antrópica por meio de cortes de até 4,0 m de amplitude nos fundos das casas.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e entulho na base da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Adequar canaletas de captação e condução das águas pluviais.

O Setor 7 é formado por imóveis de alvenaria localizados na base da encosta, na qual ocorrem taludes de corte em solo residual com inclinações variando entre 30° a 90° (Figura 35). Ocorrem lixos e entulhos ao longo da base da encosta. Os taludes exibem cicatrizes de escorregamento devido à intervenção antrópica e têm no topo árvores de grande porte inclinadas com raízes profundas (Figura 35), características que podem aumentar instabilidade destes e que sugerem a ocorrência de escorregamentos anteriores.

Segundo relatos dos moradores, durante chuvas intensas, a água escoar da encosta para o fundo das moradias de forma a causar concentração de águas pluviais. Há barragem construída com entulho atrás das moradias (Figura 36), o que nesse contexto sugere que os imóveis desse setor se encaixam no caminho preferencial de drenagens com sistema de drenagem superficial precário. Todos esses fatores em conjunto com a ausência de obras de contenção e as feições de instabilidade no talude demonstram a vulnerabilidade desse setor quanto ao impacto direto de água e de solo mobilizado.





Figura 35: Talude de corte subvertical em solo residual com 4,0 de amplitude que dista em média de 8,0 m dos imóveis. Árvore de grande porte inclinada com raízes expostas sobre o talude. (setas vermelhas).



Figura 36: Barragem construída com entulhos.

**Setor 8\_S8\_Re2**

**Endereço:** Rua José Vieira Neto

**Referência de acesso:** Rua Antônio dos Santos ou Rua Novo Éden

**Imóveis em risco:** 2

**Nº dos imóveis:** 02, 02A

**Pessoas em risco:** 7

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Médio

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial na parte da frente das moradias com canalização precária. Intervenção antrópica por meio de cortes em dois pavimentos de 4,0 e 6,0 m de amplitude nos fundos das casas.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e entulho na base e no topo da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos e na lateral das moradias. Adequar canaletas de berma para a captação e condução das águas pluviais e implementar escadas d'água na forma de degraus na frente da drenagem que escoar para a Rua José Vieira Neto e caixa de recepção.

O setor 8 é constituído por imóveis de alvenaria firmados na base da encosta, na qual há dois pavimentos, o inferior com taludes de corte e taludes de aterro com inclinações em torno de 20° e o superior com inclinações em torno de 60°. O pavimento inferior e o superior possuem cerca de 4,0 m e 6,0 m de amplitude, respectivamente.

Segundo relatos dos moradores, ocorre grande fluxo de água que escoar da encosta para a Rua José Vieira Neto durante chuvas intensas (Figuras 37). É possível interpretar que nessa área há concentração superficial de águas pluviais através de sistema de drenagem superficial precário. Na encosta ocorre vegetação rasteira e árvores de médio a grande porte inclinadas associadas a cicatrizes de escorregamento no talude de aterro próximo as moradias.

Os muros de alvenaria das moradias estão flexionados, o que juntamente com as árvores inclinadas e cicatrizes evidenciam a ocorrência de escorregamentos anteriores. Há presença de lixo e entulho lançados na base do talude de aterro que fazem pressão nos muros dos imóveis,



deixando estas ainda mais vulneráveis quanto aos efeitos de uma movimentação de massa do talude. (Figura 38 e 39).



Figura 37: Frente da drenagem que escoar para a Rua José Viera Neto.



Figura 38: Muro flexionado do imóvel N°02 sendo pressionado por talude de aterro com 20° de inclinação. Entulhos dispostos sobre a base do aterro.



Figura 39: A: Muro do imóvel N°02A flexionado, o qual está sendo pressionado pela encosta e por entulhos. B:Árvore de médio porte inclinada sobre o topo do talude.

### **Setor 9\_S9\_Re3**

**Endereço:** Rua Novo Éden

**Referência de acesso:** Rua José Vieira Neto

**Imóveis em risco:** 3

**N° dos imóveis:** 03; 23, sem número (S/N)

**Pessoas em risco:** 12

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada.

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial nos fundos das moradias com canalização precária. Cicatrizes de escorregamento de grandes dimensões.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e entulho na base e no topo da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos moradias.

O setor 9 compreende casas de alvenaria situadas na base da encosta, a qual apresenta taludes de corte e taludes de aterro com inclinações variando entre 45° e 90°, podendo estar em contato com as obras de contenção. Nos taludes de corte há cicatrizes de escorregamento medindo cerca de 5,0 m de amplitude (Figura 40). Além disto, também há aterro escorregado próximo as moradias e lixo e entulho lançados sobre a encosta.

As águas pluviais escoam da encosta para parte de trás das moradias através do sistema de drenagem superficial precário. As casas estão encaixadas no caminho preferencial de drenagens e podem ficar sujeitas a infiltrações devido à concentração de águas pluviais nos fundos e estão então vulneráveis ao impacto direto de água e de solo remobilizado.

A vegetação natural recomposta parcial a completamente apresenta vegetação rasteira, árvores de médio a grande porte inclinadas no topo dos taludes associadas às cicatrizes de escorregamento e raízes expostas (Figura 41). Estas duas últimas feições de instabilidade que evidenciam a ocorrência de escorregamentos anteriores.

A composição dos muros de contenção nos fundos dos imóveis varia de pedra e de alvenaria. Estes estão em contato com a encosta e possuem alturas consideravelmente baixas em relação a amplitude do talude (Figura 42), o que aumenta a vulnerabilidade das casas quanto aos efeitos de uma movimentação de massa.





Figura 40: Talude de corte de cerca 60° de inclinação com grande cicatriz de escorregamento atrás das moradias.



Figura 41: Árvores de médio porte inclinadas sobre talude de aterro com inclinação entre 80° e 90° nos atrás do imóvel Nº 23.





Figura 42: Encosta com cerca de 45° de inclinação em contato com muro do imóvel N°03.

#### **Setor 10\_S10\_Re2**

**Endereço:** Rua Novo Éden

**Referência de acesso:** Rua José Vieira Neto

**Imóveis em risco:** 5

**N° dos imóveis:** 29, 47, 47A, 51, sem número (S/N)

**Pessoas em risco:** 22

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Médio

**Principais condicionantes de risco:** Intervenção antrópica por meio de cortes de altas amplitudes ao longo do talude, grandes cicatrizes de escorregamento próximas as moradias.

**Tipo de intervenção sugerida:** Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias.

O setor 10 engloba casas de alvenaria firmadas a base da encosta, na qual há taludes de corte e taludes de aterro de chegando a medir até 7 m de amplitude e com inclinações variando

entre 45° e 80°. Ao longo dos taludes de corte há grandes cicatrizes de escorregamento próximas as moradias.

As águas pluviais se concentram nos fundos das moradias através do sistema de drenagem superficial precário.

A vegetação natural recomposta parcial a completamente é representada por vegetação rasteira, árvores de médio a grande porte inclinadas associadas às cicatrizes de escorregamento, raízes expostas.

Os muros de contenção nos fundos dos imóveis são de alvenaria e podem estar em contato com a encosta. Estes possuem estruturas com condições estruturais ruins, o que, juntamente com as árvores inclinadas e cicatrizes, evidenciam escorregamentos anteriores, o que torna os imóveis vulneráveis quanto aos efeitos de uma movimentação de massa do talude.

### **Setor 11\_S11\_Re3**

**Endereço:** Rua Novo Éden e Travessa Novo Éden

**Referência de acesso:** Rua José Vieira Neto

**Imóveis em risco:** 9

**Nº dos imóveis:** 55, 59, 65, 69, 73, 79, 81, 87 e 06 (Travessa Novo Éden)

**Pessoas em risco:** 33

**Tipo de Risco:** Escorregamento e enxurrada

**Grau do Risco:** Alto

**Principais condicionantes de risco:** Drenagem superficial nos fundos das moradias com canalização precária. Árvores de grande porte inclinadas associadas a cicatrizes de escorregamento. Disposição de entulhos de grandes dimensões sobre a encosta.

**Tipo de intervenção sugerida:** Coibir lançamento de lixo e disposição de materiais eletrodomésticos à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Adequar canaletas para a captação e condução das águas pluviais e implementar



contraforte para proteger o muro do imóvel N°55. Erradicar árvore de grande porte inclinada do imóvel N°55 a fim de evitar sua queda e aumentar a estabilidade do talude.

O setor 11 é constituído por casas de alvenaria situadas na base da encosta, na qual há taludes de corte e taludes de aterro com inclinações variando entre 60° e 90°. Sobre taludes ocorrem de lixo e entulho e disposição de materiais eletrodomésticos de grandes dimensões (Figura 43).

A barragem construída com lixo e entulho atrás das moradias e a umidade identificada nos muros dos imóveis evidenciam o sistema de drenagem superficial precário (Figura 44). Segundo relatos, durante chuvas intensas, a água escoava da encosta para as moradias. Isto acarreta então concentração superficial de água pluvial no fundo destas e erosão na encosta (Figura 45). Esse panorama sugere que as moradias desses setores se encaixam no caminho de drenagens, tornando-as vulneráveis e ao impacto direto de água e de solo mobilizado.

Também há nos taludes cicatrizes de escorregamento próximas às residências associadas a vegetação reflorestada, vegetação rasteira, árvores de médio a grande porte inclinadas com raízes expostas. Ocorre árvore de grande porte inclinada com raízes exposta com risco de queda (Figura 46).

A maioria das moradias tem muro de contenção de alvenaria e estão em contato com a encosta, havendo uma exceção de imóvel que não possui muro de contenção (Figura 47). A maioria dos muros possui estrutura danificada, podendo estar flexionados ou desmoronados e úmidos (Figura 48). A altura destes varia de 0,5 a 4,0 m, que são consideravelmente baixas para a amplitude dos taludes. Este detalhe em conjunto com todas as feições de instabilidade aqui descritas aumenta a vulnerabilidade das casas quanto aos efeitos de uma movimentação de massa.



Figura 43: Lixo e entulho de grandes dimensões sobre o corte de aterro na lateral do imóvel Nº06.



Figura 44: Barragem construída com lixo e entulho.





Figura 45: Talude de aterro atrás do imóvel N°65 com mais de 60° de inclinação pelo qual escoam muita água durante chuvas intensas.



Figura 46: Árvore de grande porte (cajueiro) inclinada e com raízes expostas com risco de queda na encosta atrás do imóvel N°55.



Figura 47: Lateral do imóvel N°06 sem muro de contenção onde há árvore de grande porte (cajueiro) inclinada.



Figura 48: Muro de contenção de alvenaria flexionado e úmido atrás do imóvel N°55. O talude de aterro está escorregado e pressionando o muro.



Setor	Endereço	Acesso	Imóveis	Nº	Pessoas	Tipo de risco	Grau	Sugestão de intervenção
1	Av. Gen. Euclides Figueiredo	Rua H	2	S/N	3	Escorregamento e enxurrada	Alto	Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Instalação de sistema de drenagem com meia canaleta nos fundos das casas.
2	Av. Gen. Euclides Figueiredo e R. Antônio dos Santos	Rua H	4	S/N, 24, 44	18	Escorregamento e enxurrada	Médio	Coibir lançamento de entulho e disposição de material de construção à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias.
3	Travessa São José	R. Antônio dos Santos	5	40, 46, 52, 54, 56	18	Escorregamento e enxurrada	Médio	Coibir lançamento de lixo e entulho à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Remover bananeiras para evitar escorregamentos. Adequação do sistema de drenagem superficial e de condução de esgoto
4	Travessa São José	R. Antônio dos Santos	3	24, 34, S/N	5	Escorregamento e enxurrada	Alto	Coibir lançamento de lixo e disposição de material de construção à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias.
5	R. Antônio dos Santos	R. Antônio dos Santos	3	90; 96; 102	11	Escorregamento e enxurrada	Alto	Coibir disposição de material de construção à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Remover bananeiras para evitar escorregamentos. Erradicar árvores de grande porte inclinadas a fim de evitar sua queda e aumentar a estabilidade do talude.
6	R. Antônio dos Santos	R. Jorge Henrique da Silva	4	90, 96, 102, 108	15	Escorregamento e enxurrada	Médio	Coibir disposição de lixo e material de construção à meia encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Monitorar árvore de grande porte inclinada.
7	R. José Vieira Neto	R. Antônio dos Santos	2	12, 10	6	Escorregamento e enxurrada	Alto	Coibir lançamento de lixo e entulho na base da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Adequar canaletas de captação e condução das águas pluviais.

<b>8</b>	R. José Vieira Neto	R. Antônio dos Santos	2	02, 02A	7	Escorregamento e enxurrada	Médio	Coibir lançamento de lixo e entulho na base e no topo da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos e na lateral das moradias. Adequar canaletas de berma para a captação e condução das águas pluviais e implementar escadas d'água na forma de degraus na frente da drenagem que escoar para a Rua José Vieira Neto e caixa de recepção.
<b>9</b>	Rua Novo Éden	R. José Vieira Neto	3	03; 23, S/N,	12	Escorregamento e enxurrada	Alto	Coibir lançamento de lixo e entulho na base e no topo da encosta. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos moradias
<b>10</b>	Rua Novo Éden	R. José Vieira Neto	5	29, 47, 47A, 51, S/N	22	Escorregamento e enxurrada	Médio	Evitar cortes ao longo do talude nos fundos moradias
<b>11</b>	Rua Novo Éden e Travessa Novo Éden	R. José Vieira Neto	9	55, 59, 65, 69, 73, 79, 81, 87 e 06	33	Escorregamento e enxurrada	Alto	Coibir lançamento de lixo e disposição de material de construção à meia encosta e no topo do morro. Evitar cortes ao longo do talude nos fundos das moradias. Adequar canaletas para a captação e condução das águas pluviais e implementar contraforte para proteger o muro do imóvel N°55. Erradicar árvore de grande porte inclinada do imóvel N°55 a fim de evitar sua queda e aumentar a estabilidade do talude

Tabela 5: Resumo dos dados de cada setor.

### 6.5. Setorização em fotos aéreas e em imagem de satélite.

Cada setor de risco e o quantitativo de moradias envolvidas no risco de escorregamento estão delimitados nas fotos aéreas que seguem no anexo.

Através da distribuição dos setores de risco sobre a imagem de satélite, é possível observar comparativo entre grau de detalhe da área pré-setorizada e das áreas dos setores de risco de escorregamento interpretados neste trabalho (Figura 49).

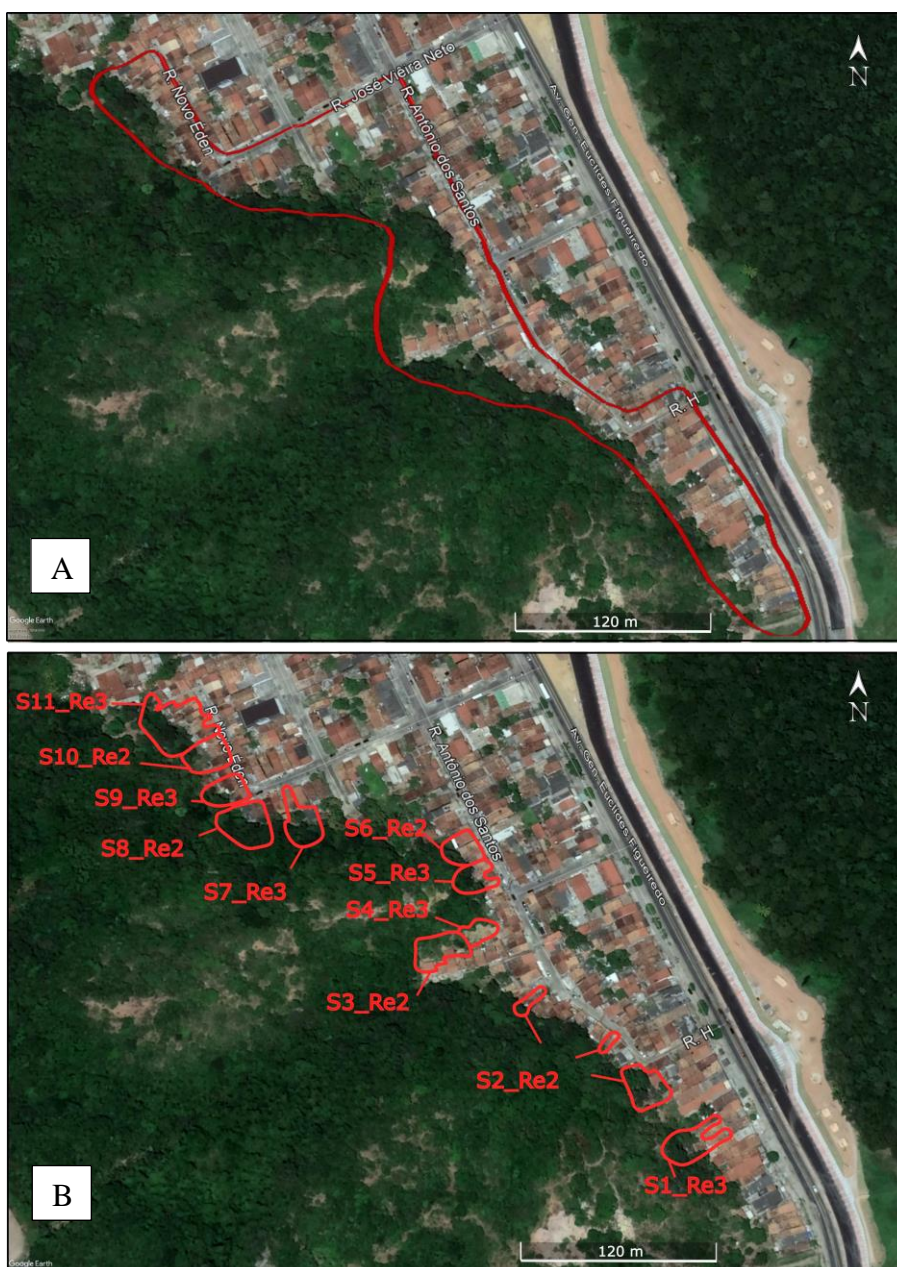


Figura 49: A: Delimitação da área do pré-setor 1. B: Setores de risco de escorregamento individualizados.

## 7. DISCUSSÃO

Diferentemente do que demonstra a análise dos registros de desastres em Sergipe elaborada por Sanchez *et al.* (2013), na qual as estiagens e secas representam a maioria dos registros (81,2 %) e não são contabilizados os escorregamentos, verificou-se que em Aracaju os escorregamentos são a segunda tipologia de risco mais frequente, totalizando 11 % do total de atendimentos da Defesa Civil de Aracaju no período entre 2010 e 2016.

Na presente pesquisa foi verificado que os cinco bairros de Aracaju com maior frequência de atendimentos (32,9 %) coincidem com as áreas periféricas da cidade, possuindo as seguintes frequências de escorregamentos: Cidade Nova (40,8%), Porto D'Antas (32,6%), Santa Maria (18,2%), Soledade (18,2%) e Santos Dummont (14 %). Isso corrobora a vulnerabilidade social e susceptibilidade ambiental desses bairros como consequência do histórico de ocupação desordenada nas regiões de limites municipais coincidentes com as áreas de relevos mais elevados e de maiores inclinações (França, 1999; Araújo, 2003).

Na área de estudo que compreende o pré-setor 1 no bairro Porto D'Antas, que está entre os oito pré-setores delimitados, foram descritos 11 setores de risco de escorregamento. Os taludes de corte desses setores são compostos principalmente por solo residual das rochas do Grupo Barreiras, as quais são formadas por sedimentos de baixa compactação, e, conseqüentemente, de fácil mobilização (Schaller, 1969).

A análise da pluviosidade do bairro Porto D'Antas viabilizou definir os meses de maio e junho como o período de chuvas mais intensas. Posto que o sistema de drenagem superficial na área de estudo possui uma canalização precária, nesse período podem ocorrer as enxurradas, as quais podem potencializar os riscos de escorregamento devido à saturação do material das encostas e conseqüente diminuição de sua resistência e erosão.

Os 11 setores de risco de escorregamento subdividem-se em 6 setores com 22 casas sob grau de risco alto e 5 setores com 20 casas sob grau de risco médio. Os setores englobam no total 150 pessoas em risco, as quais 46,7% estão no risco alto e 53,3 % em risco médio. Estes resultados evidenciam a necessidade da implantação de medidas pela Defesa Civil de Aracaju para evitar ou reduzir os riscos, assim como a necessidade do mapeamento e setorização dos pré-setores restantes.

Através da leitura dos relatórios técnicos de vistoria da Defesa Civil de Aracaju, por vezes, constatou-se que a avaliação das patologias nas residências, as quais representaram neste



trabalho o ‘risco construtivo’, foi feita sem ser considerado o contexto ambiental no qual as casas estão inseridas. No entanto, como observado em campo, os escorregamentos geralmente danificam as estruturas das moradias causando patologias. Há então possibilidade de algumas patologias aqui interpretadas como “risco construtivo” estarem relacionadas com eventos de escorregamentos, que muitas vezes são omitidos pela população na vistoria de campo, por receio de ter seus imóveis interditados e serem movidos de suas casas. Portanto, a quantidade das casas sob o risco de escorregamento no município pode ser ainda maior do que a estimada neste trabalho.

Nesse sentido, considerando a Política de Proteção e Defesa Civil que inclui o objetivo de redução dos riscos de desastres e prioriza as ações preventivas e de planejamento através de pesquisas nas áreas de risco, sugere-se a criação de banco de dados que ofereça análises que permitam melhor caracterizar e quantificar as tipologias de risco relacionadas aos desastres naturais (Marcelino *et al.*, 2006). Como medidas preventivas não estruturantes, recomenda-se a elaboração de cronograma anual para monitoramento dos setores de risco interpretados neste trabalho para avaliação de sua manutenção ao longo de um ano, utilizado a referência metodológica adotada neste trabalho para mudança de grau de risco, seja para mais alto ou mais baixo (Carvalho *et al.*, 2007).

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal risco geológico para o pré-setor 1 no bairro Porto D'Antas foi o de escorregamento de solo residual das rochas friáveis do Grupo Barreiras. O mapeamento de risco da área de estudo permitiu a individualização de 11 setores e reconhecimento de 22 casas e 70 pessoas em risco alto, e de 20 casas e 80 pessoas em risco médio. Como evento secundário com potencial danoso foi identificada a enxurrada seguida pela insalubridade, mas sem risco direto de mortes.

Os setores que estão encaixados em caminhos de drenagem com canalização precária ou que mostram feições de instabilidade indicando eventos anteriores, como cicatrizes de escorregamentos de grande porte marcadas pela ação antrópica por meio de cortes de altas amplitudes (3,0 a 5,0 m), foram aqueles conferidos com o grau de probabilidade de risco alto de escorregamento.

O mapeamento então possibilitou a hierarquização, a caracterização dos principais condicionantes do risco de escorregamento e a contabilidade de habitações e pessoas em risco. Além do mais, através dele foi possível pontuar os tipos de intervenções sugeridas para cada setor. O mapeamento também viabilizou a estimativa do risco em maior grau de detalhe, e, portanto, mais realística.

Visto o resultado aqui alcançado, recomenda-se o monitoramento com caráter preventivo e fiscalização periódica, considerado o tempo de retorno de outra época chuvosa dos meses de maio e junho; por parte da Defesa Civil de Aracaju nos setores com o grau alto de risco (1, 4, 5, 7 e 9 e 11) como forma de evitar danos para as casas e pessoas que residem no local e de coibir a evolução para risco muito alto com possíveis remoções de moradias. Assim como também se sugere a adequação pontual de canaletas de drenagem para condução das águas pluviais a fim de evitar erosão das encostas e danos devido ao impacto direto de água nas moradias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral R. & Ribeiro R.R. 2012. Inundações e Enchentes In: Tominaga L. K., Santoro J., Amaral R. (eds.). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, p.41-52
- Araújo, H. M. 2003. Impactos ambientais urbanos decorrentes da apropriação do relevo em Aracaju. In: Cinform, p. 4.
- Araújo H. M., Souza A. C., Costa J. de J., Santos G. J. 2010. O Clima de Aracaju na Interface com a Geomorfologia de Encostas. Scientia Plena 6(8).
- Augusto Filho, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre estabilidade de encostas, v. 1, Anais, p. 721-733.
- Ayla, F.J. & Peña, M. 1989. Introducción a los riesgos geológicos. In: Macedo, E. S. 2001. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 275p.
- Bittencourt, A. C. S. P., Martin L., Dominguez, J. M. L., Ferreira Y. A. 1983 Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e da costa sul do estado de Alagoas. Revista Brasileira de Geociências 13(2):93-97.
- Brasil. Lei Ordinária nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Brasília: Ministério da Justiça, Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Integração Nacional; Ministério das Cidades; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.
- Brazil, J.L.S. 2010.Os Efeitos das Chuvas nas Áreas de Risco: um estudo de caso no Bairro Porto Dantas em Aracaju/SE. V CONNEPI, 8p.
- Bruni, M.A.L. & Silva, H.P. 1983. Geologia. Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Aracaju, MME/DNPM/SICT/CODISE, mapa geológico, escala 1:250.000.
- Carvalho, C.S. 2006. Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários. In: Carvalho, C.S. & Galvão, T. (eds.) Prevenção de Riscos de Deslizamentos

- em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília, Ministério das Cidades/Cities Alliance, p. 10-17.
- Carvalho, C. S., Macedo, E. S., Ogura, A. T. (eds.) 2007. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 176p.
- Castro, A. C. (ed.) 1998. Glossário da Defesa Civil: estudos de risco e medicina de desastres. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 173p.
- Cerri, L. E. 2001. Subsídios para a seleção de alternativas de medidas de prevenção de acidentes geológicos. Rio Claro: Tese de livre docência, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 251p.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE SERGIPE (CODISE). 1997. Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Brasília, mapa geológico, escala 1:250.000.
- Feitosa, C.O. 2006. Reflexões Acerca do Urbano em Sergipe. Revista Econômica do Nordeste. 37(3).
- França, V. L. (ed.) 1999. Estado & Metropolização. Aracaju, Editora UFS, 253p.
- Guidicini, G. & Nieble, C. M. (eds.) 1983. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. São Paulo, Editora Blucher, 199p.
- Gusmão Filho, J.A., Alheiros, M.M., Gusmão, A.D. 1997. Estudo das encostas ocupadas do Recife. In: II Conferência sobre estabilidade de taludes, v. 2, Anais, p. 919-927.
- Kobiyama, M., Mendonça, M., Moreno, D.A., Marcelino, I.P.V.O., Marcelino, E.V., Gonçalves E.F., Brazetti, L.L.P., Goerl, F.R., Moller, G.S.F., Rudolf, F.M. (eds.) 2006. Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 109p.
- Lucena, R.(ed) 2005.Manual de formação de NUDEC'S. Jaboatão dos Guararapes, COMDEC-JC, 28p.
- Macedo, E. S. 2001. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade.

Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 275p.

Marcelino, E. V. (ed.) 2008. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. Santa Maria, Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 39p.

Marcelino, E. V., Nunes, L. H., Kobiyama, M. 2006. Banco de dados de desastres naturais: Análise de dados globais e regionais. Caminhos de Geografia, 6(19): 130-145.

Sanchez, G.M, Machado, M.A., Michely, M.M., Oliveira, O.M., Higashi, R.A.R., Sbroglia, R.M., Dutra, R.C., Goerl, R.F., Bim, R. (eds.) 2013. Atlas Brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012. Florianópolis, CEPED UFSC, 89p.

Santos, R. A., Martins, A. A. M., Neves, J. P., Leal, R. A. 1998. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. CPRM/CODISE, 107p.

Secretaria Nacional de Defesa Civil. 2007. Disponível em: [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157). Acessado em: 30/05/2018.

Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da bacia de Sergipe/Alagoas. Boletim técnico da Petrobrás, 12(1): 21-86.

Souza, C.R.G. 1998. Flooding in the São Sebastião region, northern coast of São Paulo state, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 70(2):353-366.

Tobin, G.A. & Montz, B.E. (eds) Natural hazards: explanation and integration. New York, Guilford Press, 388p. In: Marcelino, E. V. (ed.) 2008. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. Santa Maria, Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 39p.

Tominaga, L. K. 2012. Desastres naturais: Por que ocorrem? In: Tominaga L. K., Santoro J., Amaral R. (eds.). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, p.13-23

Tominaga, L. K. 2012. Escorregamentos. In: Tominaga L. K., Santoro J., Amaral R. (eds.). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, p.27-38

Wiggers, M. M. 2013. Zoneamento das áreas de risco a movimentos de massa no perímetro urbano do município de Caxias do Sul (RS). Dissertação de Mestrado, Instituto De Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 131p.



## **ANEXO**

Fichas com os setores de risco delimitados nas fotos aéreas e com o quantitativo de moradias envolvidas no risco de escorregamento.

Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 1\_Re3: 3 imóveis em risco

Setor 2\_Re2: 5 imóveis em risco

Re3: Risco de escorregamento alto

Re2: Risco de escorregamento médio



Rede de drenagem e sentido  
do fluxo superficial de água

Área estimada do setor de risco



Cicatriz de escorregamento



Bar ou imóvel não ocupado



Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 3\_Re2 : 5 imóveis em risco

Setor 4\_Re3 : 3 imóveis em risco

Re2: Risco de escorregamento médio

Re3: Risco de escorregamento alto

S/N: Sem número



Área estimada do setor de risco



Rede de drenagem e sentido do  
fluxo superficial de água



Cicatriz de escorregamento



Entulho de construção



Quarto



Barragem de entulho



Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 5\_Re3 : 3 imóveis em risco

Setor 6\_Re3 : 4 imóveis em risco

Re2: Risco de escorregamento médio

Re3: Risco de escorregamento alto



Área estimada do setor de risco



Bar ou imóvel não ocupado



Quarto



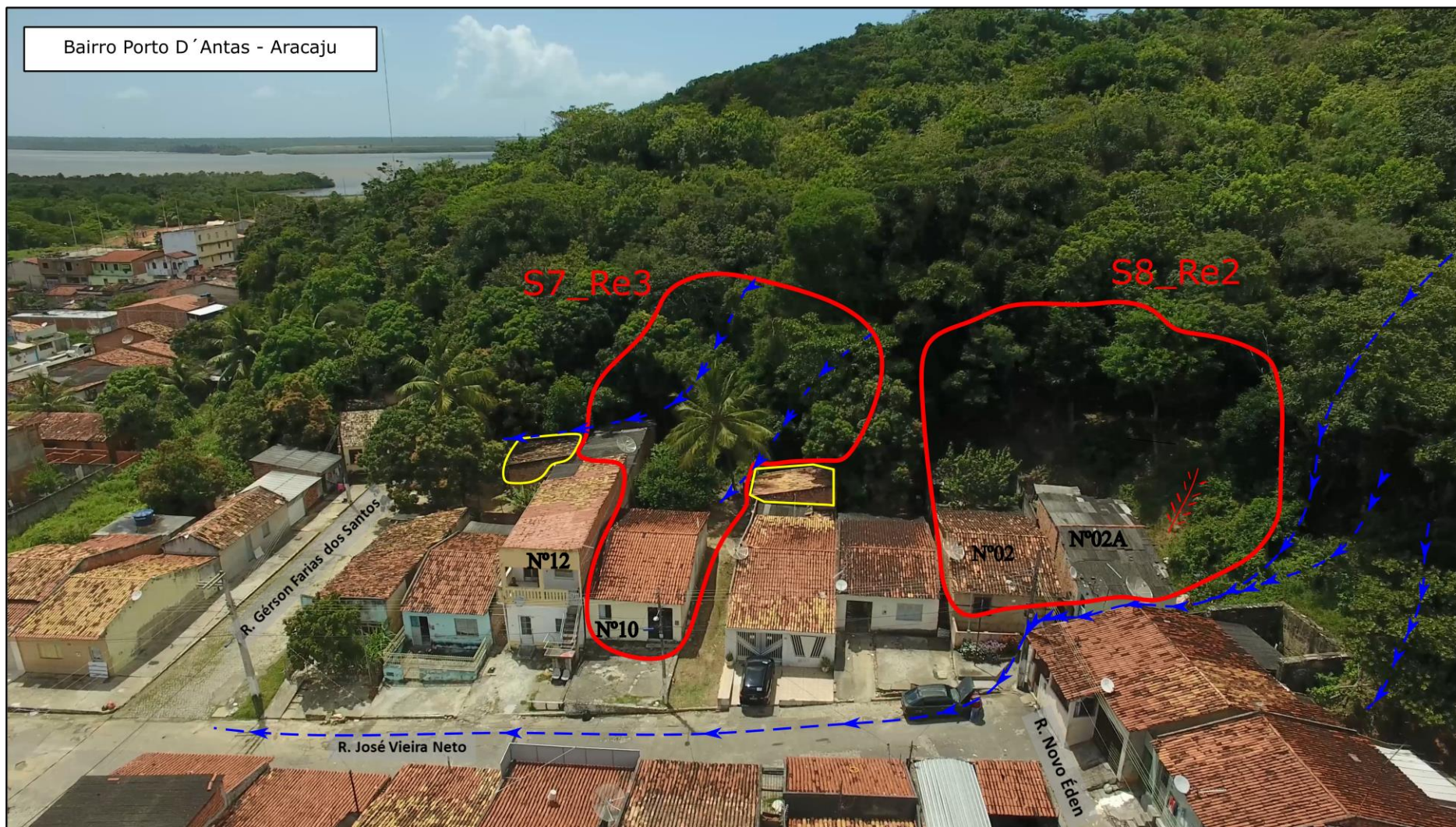
Árvore com risco de queda



Cicatriz de escorregamento



Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 7\_Re3: 2 imóveis em risco

Setor 8\_Re2: 2 imóveis em risco

Re3: Risco de escorregamento alto

Re2: Risco de escorregamento médio



Rede de drenagem e sentido de fluxo  
superficial de água



Área estimada do setor de risco



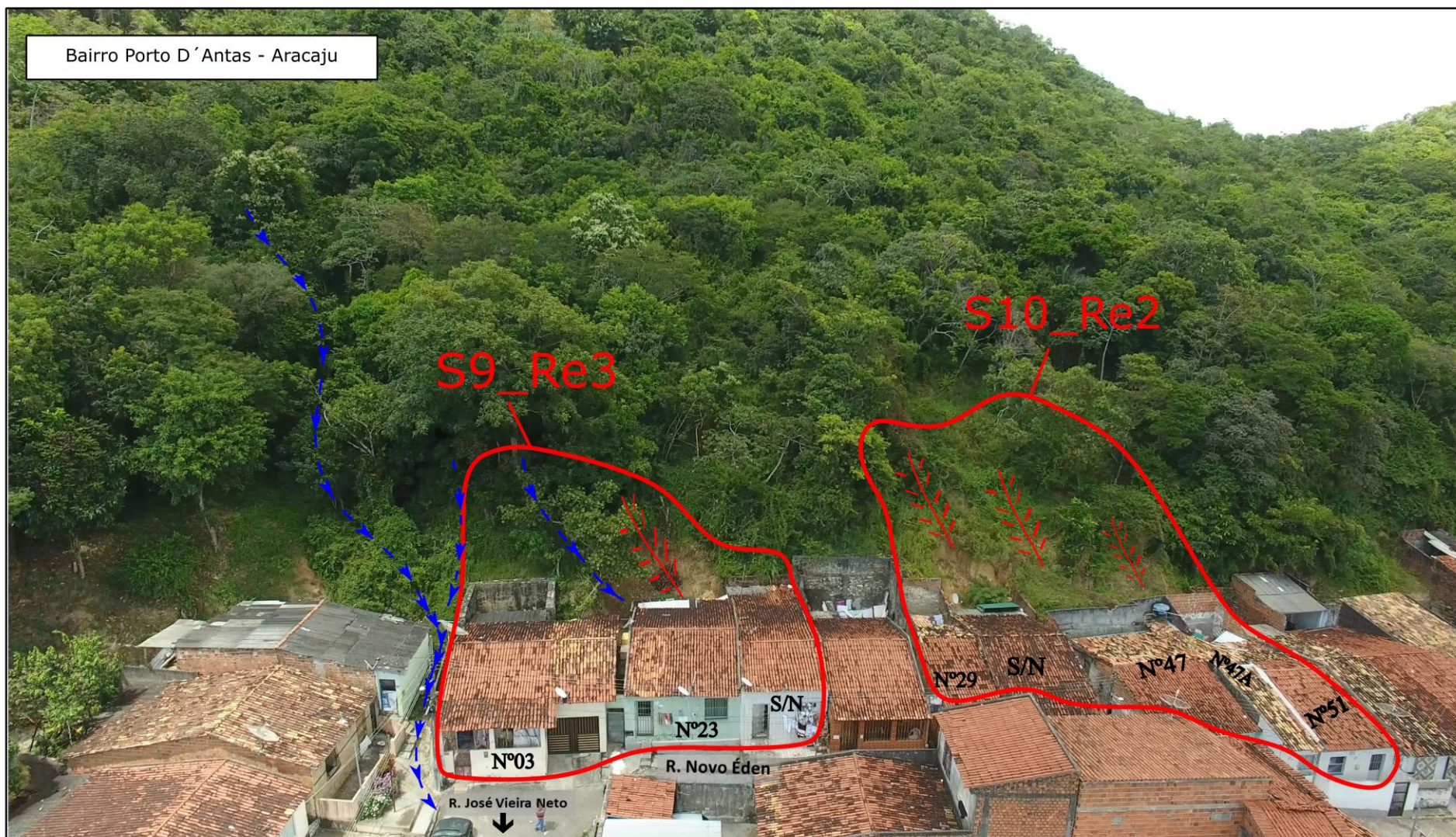
Bar ou imóvel não ocupado



Cicatriz de escorregamento



Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 9\_Re3: 3 imóveis em risco

Setor 10\_Re2: 5 imóveis em risco

Re3: Risco de escorregamento alto

Re2: Risco de escorregamento médio



Área estimada do setor de risco



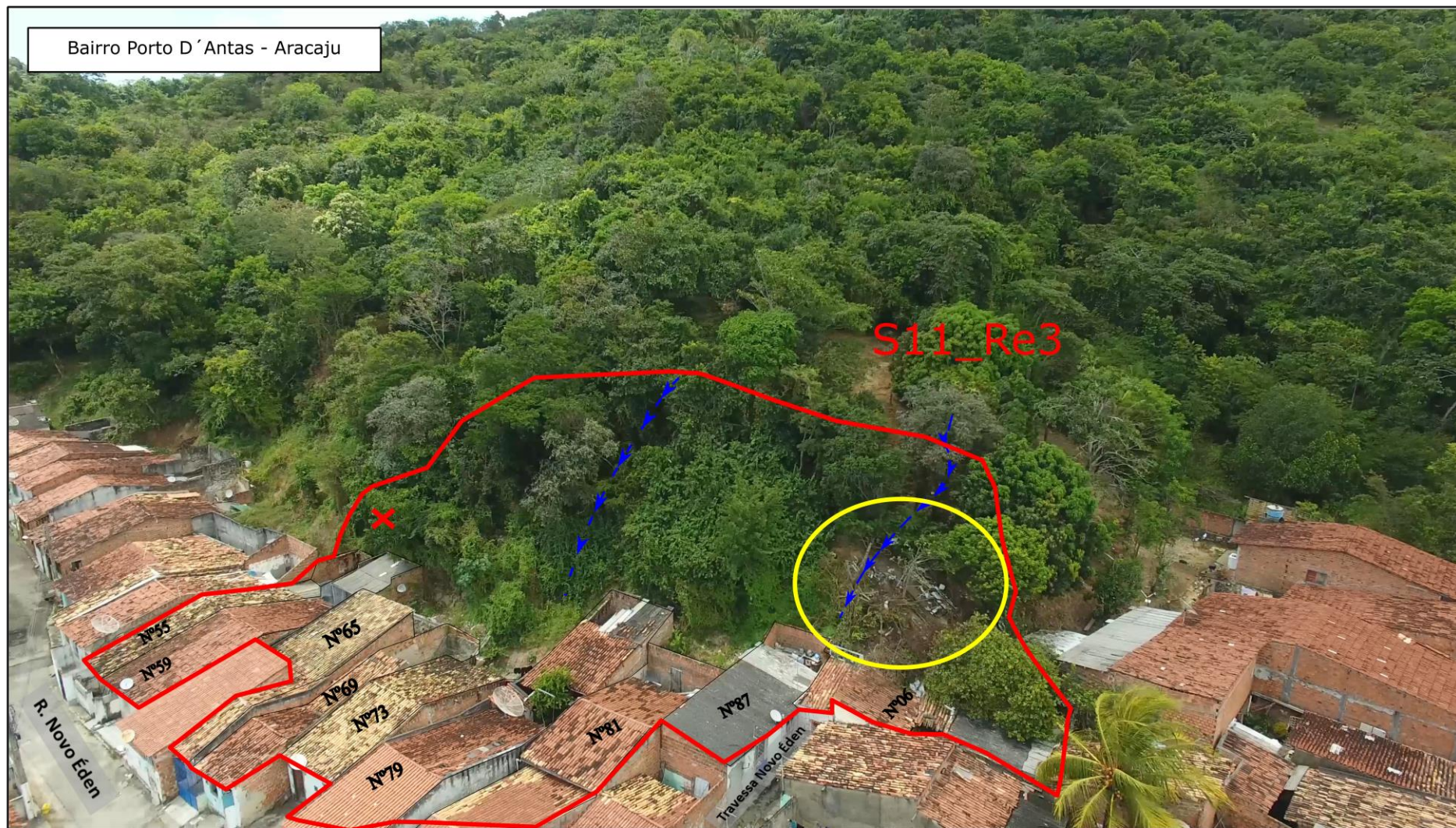
Cicatriz de escorregamento



Rede de drenagem e sentido do fluxo superficial de água



Bairro Porto D'Antas - Aracaju



Setor 11\_Re3: 9 imóveis em risco

Re3: Risco de escorregamento alto



Área estimada do setor de risco



Rede de drenagem e sentido do fluxo superficial de água



Barragem de entulho



Árvore com risco de queda